



ASPECTOS PETROGRÁFICOS E GEOQUÍMICOS PRELIMINARES DAS SUÍTES ALCALINAS SIENÍTICAS E TRAQUÍTICAS DA PORÇÃO SETENTRIONAL DO COMPLEXO VULCÂNICO DE NOVA IGUAÇU, RIO DE JANEIRO ¹

(Com 11 figuras)

MICHELE CORREIA ARENA ^{2,3}
SÉRGIO DE CASTRO VALENTE ⁴
LILIAN SOUZA DA SILVEIRA ^{2,5}
THIAGO DUTRA ^{2,6}
ARTUR CORVAL ^{2,7}
CELIA DIANA RAGATKY ^{2,8}

RESUMO: Diferentes tipos de sienitos, traquitos e, subordinadamente, brechas piroclásticas afloram na área de lavra da Pedreira Vigné, localizada na porção setentrional do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu, Rio de Janeiro. Este trabalho apresenta dados de campo e petrográficos destas rochas, e resultados de análises litogeoquímicas dos sienitos e traquitos. O mapeamento geológico detalhado discriminou a ocorrência de três fácies traquíticas, sienitos indiferenciados e brechas polimíticas na área de lavra, além de intrusões tabulares de traquitos e lamprófiros. Estudos petrográficos permitiram discriminar dois grupos faciológicos principais dentre os litotipos mapeados na Unidade Sienitos Indiferenciados, a saber: inequigranular porfirítico, englobando três litotipos (álcali-feldspato sienito porfirítico, pórfiro álcali-feldspato sienito e sienito porfirítico fino), e equigranular, compreendendo os litotipos biotita sienito grosso, sienito médio e álcali-feldspato sienito grosso. As fácies traquíticas mapeadas foram inseridas em três unidades distintas, todas representadas por traquitos porfiríticos: Unidade Traquito Porfirítico Cinza-claro, Unidade Traquito Porfirítico Lilás e Unidade Pórfiro-traquito. Os dados litogeoquímicos mostram que os sienitos e traquitos porfiríticos que afloram na Pedreira Vigné inserem-se numa série alcalina miaskítica predominantemente sódica, muito embora traquitos ultrapotássicos também ocorram de modo subordinado. Sienitos e traquitos são metaluminosos e peraluminosos, o que é corroborado pela ausência de acmita na norma CIPW. Dados litogeoquímicos apontam que há suítes traquíticas e sieníticas com diferentes graus de saturação em sílica na área. De um modo geral, estas suítes estão associadas a processos evolutivos de cristalização fracionada ou AFC (*Assimilation and Fractional Crystallisation*), em contraponto a modelos petrogenéticos envolvendo processos de mistura magmática em câmaras zonadas.

Palavras-chave: Rochas alcalinas. Sienitos. Traquitos. Suíte miaskítica.

ABSTRACT: Petrography and preliminary geochemical data of the syenitic and trachytic alkaline suites northwards the Nova Iguaçu Volcanic Complex, Rio de Janeiro.

Distinctive syenites, trachytes and subordinately also pyroclastic breccia outcrop within the Vigné Quarry mining area located northwards the Nova Iguaçu Volcanic Complex in the State of Rio de Janeiro. This paper presents field and petrographic data for these rocks as well as the results of lithogeochemical analysis for the syenites and trachytes only. The detailed geological mapping discriminated three trachytic facies, undifferentiated syenites and polymythic breccia in the study area, besides tabular intrusions of trachytes and lamprophyres. The petrography allowed the discrimination of two distinctive groups of syenites included in the undifferentiated syenites unit as such: the inequigranular porphyritic group represented by porphyritic alkaline feldspar syenite, porphyry alkaline feldspar syenite and fine-grained porphyritic syenite; and the equigranular group represented by coarse-grained biotite syenite, medium-grained syenite and coarse-grained alkaline feldspar syenite. The trachytic rocks by their side were grouped in three distinctive units all with porphyritic lithotypes:

¹ Submetido em 06 de setembro de 2005. Aceito em 02 de outubro de 2006.

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Geologia. Rua São Francisco Xavier 524, Maracanã, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

³ E-mail: michelearena@gmail.com.

⁴ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Geociências. BR 465, Km 7, 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil. E-mail: sergio@ufrj.br.

⁵ E-mail: liangeo@ig.com.br.

⁶ E-mail: geologothiago@yahoo.com.br

⁷ E-mail: arturcorval@uol.com.br.

⁸ E-mail: ragatky@uerj.br.

the light-grey porphyritic trachyte unit, the purple porphyritic trachyte unit and the porphyry trachyte unit. The litho-geochemical data showed that syenites and porphyritic trachytes that outcrop in the Vigné Quarry area represent an alkaline miaskitic, predominantly sodic series although ultrapotassic trachytes also occur subordinately. Syenites and trachytes are metaluminous and peraluminous rocks as corroborated by the absence of normative acmite. Syenitic and trachytic suites can be discriminated on the basis of silica saturation degrees. In general, these suites are likely to have evolved by fractional crystallisation or AFC as opposed to previously proposed petrogenetic models involving magma mixing in subvolcanic, zoned magma chambers.

Key words: Alkaline rocks. Syenites. Trachytes. Miaskitic suites.

INTRODUÇÃO

O Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu faz parte de um dos mais jovens grupos de rochas da província alcalina do sudeste (ca. 72 Ma; SONOKI & GARDA, 1988; ULBRICH & GOMES, 1981) e integra o Lineamento Magmático Poços de Caldas-Cabo Frio (ALMEIDA, 1991) (Fig.1). Duas estruturas vulcânicas inserem-se na área do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu (KLEIN, 1993), sendo uma a WSW, denominada Chaminé do Lamego, e outra a ENE, denominada de vulcão de Nova Iguaçu (KLEIN & VIEIRA, 1982).

A área de lavra da Pedreira Vigné está localizada na borda setentrional do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu (Fig.1). Diferentes tipos de sienitos do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu, bem como traquitos, intrusões tabulares e rochas piroclásticas afloram na área de lavra (DUTRA *et al.*, 2004) (Fig.2).

Este trabalho apresenta dados de campo e petrográficos inéditos das rochas alcalinas aflorantes na área de lavra da pedreira. Além disso, análises litogeoquímicas para elementos maiores feitas somente para os traquitos e sienitos foram utilizadas na elaboração de modelos petrogenéticos preliminares alternativos àqueles já propostos na literatura.

CONTEXTO GEODINÂMICO

O Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu integra o assim denominado Lineamento Magmático Poços de Caldas-Cabo Frio (Fig.1), prolongado por alguns autores até a região de Poxoréu no Centro-Oeste do Brasil (GIBSON *et al.*, 1997). Esse lineamento, de direção geral WNW-ESE, é constituído por rochas alcalinas, predominantemente plutônicas e félsicas, com idades que variam do Cenomaniano ao Eoceno, e corta estruturas tectônicas do segmento central da Faixa Ribeira de idade Neoproterozóica-Siluriana (HEILBRON *et al.*, 2004) na área do Rio de Janeiro.

Três modelos geodinâmicos principais têm sido utilizados para explicar esta feição regional linear

na Plataforma Sul-Americana no Cretáceo Superior e Terciário. Um dos modelos propõe que o lineamento magmático é a expressão do traço da pluma de Trindade-Martins Vaz, admitindo idades decrescentes das rochas alcalinas, de oeste para leste, entre 90 e 43 Ma (HERZ, 1977; CORDANI & TEIXEIRA, 1979; GIBSON *et al.*, 1997; THOMPSON *et al.*, 1998). Um outro modelo associa o magmatismo alcalino à mudança de pólo de rotação de placas litosféricas durante a abertura do Oceano Atlântico-Sul, o que teria causado esforços em falhas transformantes e/ou em zonas de fraturas oceânicas, que se propagariam em direção ao continente originando o lineamento de rochas alcalinas (ALMEIDA, 1991). Finalmente, um outro modelo concilia a atividade da pluma e o processo de reativação de falhas fundamentais. Este modelo explica a atividade magmática relacionada ao Lineamento Magmático Poços de Caldas-Cabo Frio como uma resposta a uma anomalia térmica mantélica posicionada nas proximidades da cadeia de Vitória-Trindade no Eoceno. A justaposição desta zona de fraqueza, causada pela reorganização global de placas, próxima a uma anomalia térmica, pode ter resultado em centros vulcânicos que estão agora cobertos pelo Banco de Abrolhos (FAINSTEIN & SUMMERHAYES, 1982). Mais recentemente, trabalhos geofísicos de tomografia sísmica do manto têm demonstrado a existência de anomalias de velocidades de propagação de ondas P, que têm sido tentativamente associadas à presença de áreas anormalmente aquecidas no manto litosférico subcontinental (ASSUMPCÃO *et al.*, 2004). Estas áreas coincidem com os maciços inseridos no Lineamento Magmático Poços de Caldas-Cabo Frio e podem implicar a perpetuação do registro da anomalia térmica da pluma no manto litosférico.

As encaixantes do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu (Fig.1) são representadas por rochas intrusivas do Maciço do Gericinó, em forma de facólito, com aproximadamente 3km de largura, na sua parte central, e cerca de 10km de comprimento, e com mergulho para NW (KLEIN,

1993). Estas rochas têm *c.a.* 72 Ma (K-Ar em anfibólio e rocha total; SONOKI & GARDA, 1988) e compreendem uma suíte predominantemente formada por sienitos insaturados, foiaítos, tinguaítos e nefelina sienitos freqüentemente associados com traquitos e fonolitos (FERREIRA *et al.*, 1965; HELMBOLD, 1967, 1968). Este maciço alcalino é mineralogicamente e texturalmente compartimentado, sendo grosso (foiaítico) no centro

e traquitóide nas bordas, com grandes quantidades de feldspato modal, minerais máficos e possivelmente nefelina (KLEIN & MONTAVANO, 1985). Veios de barita e, secundariamente, depósitos de bauxita não econômicos, estão associados ao complexo (MENEZES & KLEIN, 1973; SIGOLO & KLEIN, 1987). Mais recentemente, os depósitos hidrotermais do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu também têm sido estudados (PIRES & MIANO, 1999).

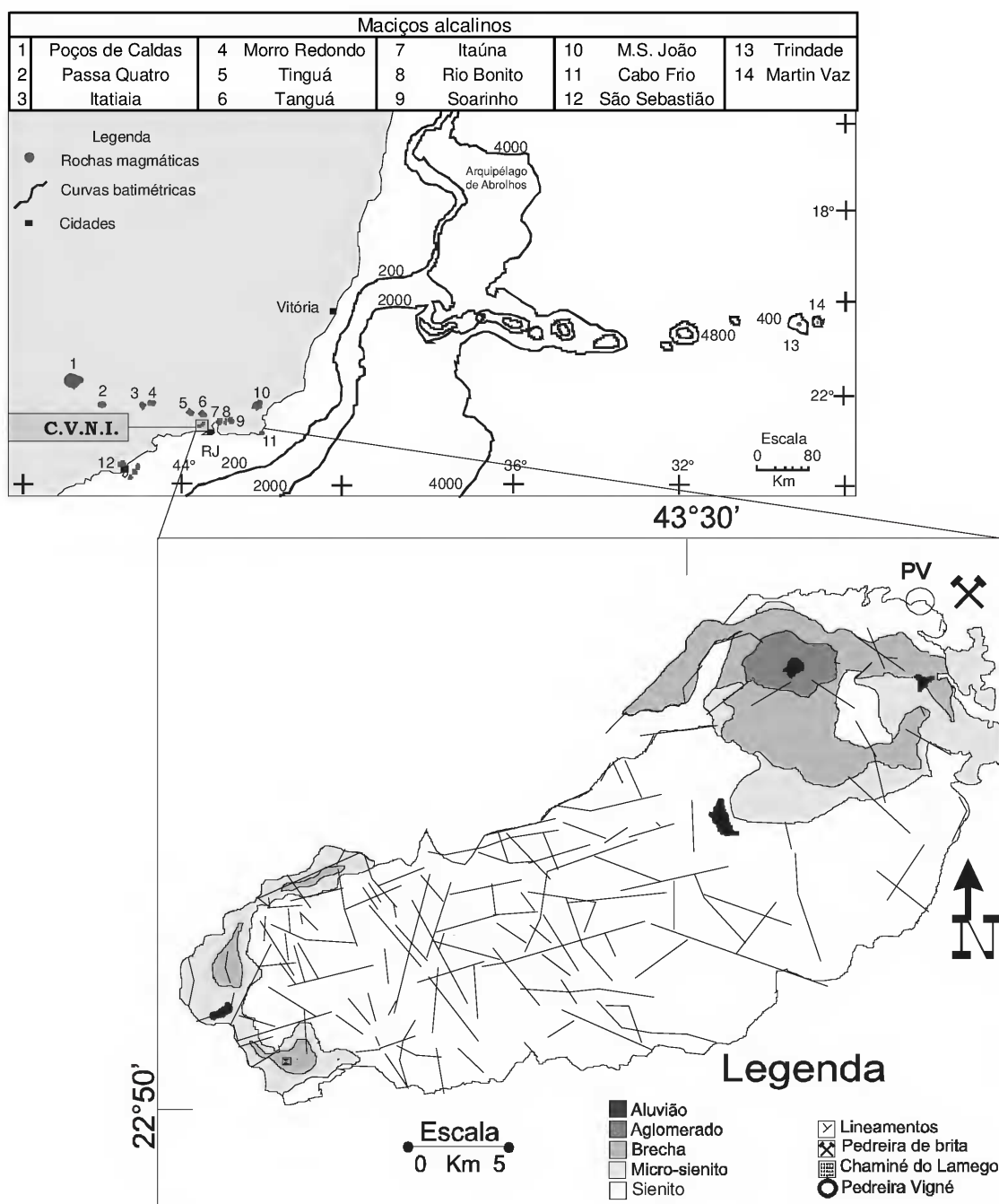


Fig.1- (a) Mapa esquemático do Lineamento Magmático Poços de Caldas-Cabo Frio; (b) Mapa de localização do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu (CVNI) e da área de lavra da Pedreira Vigné. (modificados de KLEIN & VIEIRA, 1982; KLEIN, 1993).

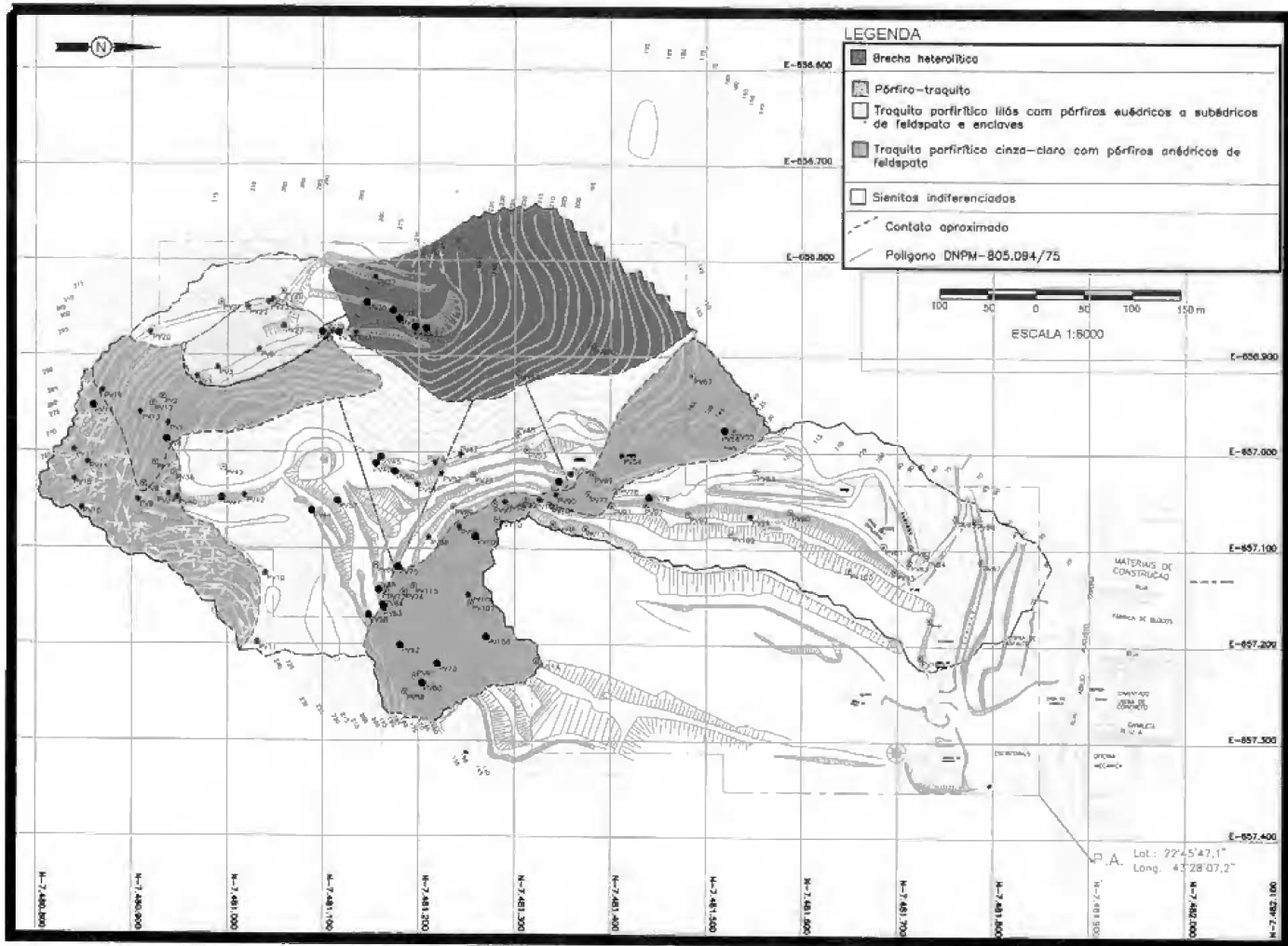


Fig.2- Mapa geológico da área de estudo (modificado de DUTRA *et al.*, 2004).

Há duas estruturas vulcânicas associadas ao Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu. A chaminé do Lamego é caracterizada por um conduto relativamente pequeno formado por tufo soldados de composição predominantemente traquítica, bem como brechas vulcânicas (KLEIN *et al.*, 1984). Diques brechados estão associados a esta estrutura vulcânica. Eles são traquíticos e têm fragmentos angulares a subangulares centimétricos a métricos. A colocação das brechas foi descrita como rápida e explosiva, possivelmente controlada, por gases quentes ascendentes com fragmentos em suspensão (fluidização), resultante do acúmulo em câmaras magmáticas rasas (KLEIN & VALENÇA, 1984).

A outra estrutura vulcânica é conhecida como o vulcão de Nova Iguaçu. A estrutura parece ser do tipo cone de tufo formado por piroclastos essencialmente traquíticos. O cone vulcânico tem sua forma original relativamente bem preservada, com um diâmetro de 700 metros e apresenta a forma de uma semi-elipse, com a abertura voltada para leste, com um desnível de 250 metros entre o fundo da

cratera e a porção mais alta de sua borda. As diversas camadas apresentam mergulho médio de 30° para o centro do cone. Essa inclinação corresponderia ao ângulo de repouso das camadas após seu assentamento, mas há de se considerar a possibilidade de uma estruturação tardia, derivada do abatimento da estrutura vulcânica. As rochas vulcânicas identificadas compreendem microsienitos porfiríticos e rochas piroclásticas (brechas, aglomerados e lapillitos), além de intrusões tabulares de traquitos (KLEIN & VIEIRA, 1980). A colocação de magmas em posições estruturais rasas é atribuída a movimentos transtensivos dextrais, com desenvolvimento de estruturas *pull-apart*. Magmas máficos primitivos teriam ascendido e formado uma câmara magmática cujas porções mais apicais teriam diferenciado magmas sódicos, dando origem aos corpos intrusivos do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu, enquanto que os magmas potássicos na base dessa mesma câmara magmática podem ter alimentado o Vulcão de Nova Iguaçu (KLEIN, 1993).

GEOLOGIA DE CAMPO

Quatro unidades de mapeamento foram discriminadas na área mapeada (Fig.2), quais sejam: Unidade Sienitos Indiferenciados, Unidade Traquitos Porfiríticos, Unidade Brechas Polimíticas e Unidade Intrusões Tabulares (DUTRA *et al.*, 2004). A Unidade Sienitos Indiferenciados é formada por sienitos de composições e texturas variadas, mas que não apresentam continuidade no campo de modo a permitir uma discriminação no mapa geológico na escala detalhada (Fig.2). Os sienitos são constituídos essencialmente de álcali-feldspato, com apatita e biotita como minerais acessórios mais comuns. Os fenocristais são usualmente de álcali-feldspato e, mais subordinadamente, de plagioclásio e biotita (DUTRA, 2004).

A Unidade Traquitos Porfiríticos inclui três fácies distintas: traquito porfirítico cinza-claro, traquito porfirítico lilás e pórfiro-traquito. Todos estes traquitos possuem matriz afanítica devitrificada e fenocristais finos a grossos, desde euédricos a anédricos, de álcali-feldspato. As proporções matriz/fenocristais variam nas três fácies, desde 60%/40%, nos traquitos porfiríticos cinza-claro e lilás, até 20%/80% nos pórfiro-traquitos (DUTRA, 2004).

As rochas piroclásticas mapeadas foram classificadas de acordo com os critérios recomendados pela Subcomissão em Sistemática de Rochas Ígneas do *International Union of Geological Sciences (IUGS)*, sumarizados em LEMAITRE (1989).

As brechas polimíticas são de dois tipos: sustentada por matriz; e por blocos. Os blocos são geralmente angulosos, de tamanhos que podem chegar até 3,5m, e constituídos de traquitos e sienitos, principalmente, e, mais subordinadamente, de diabásio, anfíbolito e gnaisse.

Intrusões tabulares de poucos centímetros a até 3m, desde retilíneas até bastante irregulares (p.ex.: bifurcadas) cortam as rochas de todas as unidades descritas anteriormente, caracterizando uma possível manifestação tardia do magmatismo associado ao Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu. As intrusões são comumente de traquitos de diferentes texturas, desde afaníticos afíricos até porfiríticos, e, subordinadamente, lamprófiros.

PETROGRAFIA

Estudos petrográficos ao microscópio foram realizados somente para traquitos e sienitos, uma vez que o estudo geoquímico foi centrado nestes litotipos. A classificação modal (STRECKEISEN, 1976)

foi feita com base nas percentagens de volume dos minerais constituintes da matriz, não tendo sido computados os fenocristais, representados quase que exclusivamente por álcali-feldspato. A escala granulométrica adotada foi a seguinte: fina (<1mm), média (1-5mm) e grossa (>5mm) (MACKENZIE *et al.*, 1982).

As rochas da Unidade Sienitos Indiferenciados foram inseridas em dois grupos faciológicos principais com base em critérios texturais, quais sejam: inequigranular porfirítico e equigranular. Grãos euédricos poiquilíticos de álcali-feldspato com geminação simples representam o fenocristal predominante nas rochas do primeiro grupo, que têm matriz desde fina a média, constituída de álcali-feldspato, plagioclásio, biotita, minerais opacos e apatita. A classificação modal permitiu a discriminação de álcali-feldspato sienitos e sienitos no grupo inequigranular porfirítico. Álcali-feldspato sienitos com menores (20%/80%) e maiores (60%/40%) proporções matriz/fenocristal (em %vol.) foram denominados pórfiro álcali-feldspato sienitos e álcali-feldspato sienitos porfiríticos, respectivamente. Ainda no grupo inequigranular porfirítico, sienitos com matriz fina a média envolvendo fenocristais médios de álcali-feldspato foram denominados sienitos porfiríticos finos/médios.

O mesmo esquema de classificação modal (STRECKEISEN, 1976) foi utilizado para discriminar os litotipos do grupo faciológico equigranular. As rochas deste grupo são afíricas e têm granulometria desde média a grossa. Sienitos de granulometria média (4-5mm) contendo cerca de 15%vol. de biotita foram denominados de biotita sienitos médios, enquanto que sienitos com pouca (<2%vol.) biotita na moda e granulometria média (1-3mm) foram denominados sienitos médios. Finalmente, álcali-feldspato sienitos de granulometria grossa (6-8mm) foram denominados álcali-feldspato sienitos grossos. A tabela 1 apresenta um quadro sinóptico das principais características petrográficas dos litotipos dos dois grupos faciológicos discriminados para a Unidade Sienitos Indiferenciados.

Os traquitos da Unidade Traquitos Porfiríticos têm, em geral, matriz hipocristalina parcialmente devitrificada envolvendo fenocristais, representados quase que exclusivamente por álcali-feldspato e, subordinadamente por plagioclásio. Os traquitos da Unidade Traquitos Porfiríticos podem ser distinguidos, principalmente, em base textural. Os traquitos porfiríticos cinza-claro têm fenocristais médios (1-3mm) euédricos a subédricos de álcali-

TABELA 1. Principais características dos grupos faciológicos discriminados para a unidade sienitos indiferenciados.

GRUPO FACIOLÓGICO	LITOTIPO	MATRIZ	FENOCRISTAIS	PROPORÇÃO MATRIZ/FENOCRISTAL
Inequigranular porfirítico	Álcali-feldspato sienito porfirítico	Granulometria: 2mm Álcali-feldspato (78%); plagioclásio (5%); biotita (10%); minerais opacos (5%); apatita (2%)	Granulometria: 4-10mm Álcali-feldspato (90%), biotita (5%; em grãos isolados ou como inclusões em álcali-feldspato), plagioclásio (2%), minerais opacos (2%; como inclusões em álcali-feldspato) e apatita (1%; como inclusões em álcali-feldspato e biotita)	60%/40%
Inequigranular porfirítico	Pórfiro álcali-feldspato sienito	Granulometria: <2mm Álcali-feldspato (90%); plagioclásio (1%); biotita (2%); minerais opacos (5%); apatita (2%)	Granulometria: 3-10mm Álcali-feldspato (93%), biotita (2%), plagioclásio (2%), minerais opacos (2%; como inclusões em álcali-feldspato, plagioclásio e biotita) e apatita (1%; como inclusões em álcali-feldspato)	20%/80%
Inequigranular porfirítico	Sienito porfirítico fino/médio	Granulometria: <2mm Álcali-feldspato (80%); plagioclásio (1%); biotita (6%); minerais opacos (10%); apatita (3%)	Granulometria: 1-3mm Álcali-feldspato (90%), biotita (5%), plagioclásio (2%), minerais opacos (2%; como inclusões em álcali-feldspato) e apatita (1%; como inclusões em álcali-feldspato e biotita)	60%/40%
Equigranular	Biotita sienito médio	Granulometria: 4-5mm Álcali-feldspato (60%); plagioclásio (20%); biotita (15%); minerais opacos (4%); apatita (1%)	-	-
Equigranular	Sienito médio	Granulometria: 1-3mm Álcali-feldspato (70%); plagioclásio (15%); biotita (1%); minerais opacos (10%); apatita (4%)	-	-
Equigranular	Álcali-feldspato sienito grosso	Granulometria: 6-8mm Álcali-feldspato (90%); plagioclásio (2%); biotita (2%); minerais opacos (5%); apatita (1%)	-	-

Moda em % de volume.

feldspato envoltos por uma matriz hipocristalina parcialmente devitrificada. A proporção matriz/fenocristais (em %vol.) dos traquitos porfiríticos cinza-claro é 60%/40%. Os traquitos porfiríticos lilás têm fenocristais finos (<1mm) a médios/grossos (3-10mm) subédricos a anédricos de álcali-feldspato, geralmente zonados, envoltos por uma matriz hipocristalina devitrificada. Os traquitos porfiríticos lilás também apresentam enclaves de sienitos e uma sutil orientação de fluxo denotada pelo alinhamento de fenocristais de álcali-feldspato. A proporção matriz/fenocristais (em %vol.) dos traquitos porfiríticos lilás é 60%/40%. Os pórfiro-traquitos têm fenocristais médios a grossos (2-15mm) euédricos de álcali-

feldspato e plagioclásio envoltos por uma matriz hipocristalina a holocristalina fina (<1mm). A proporção matriz/fenocristais (em %vol.) dos pórfiro-traquitos é 20%/80%. Deste modo, pórfiro-traquitos podem ser distinguidos dos traquitos porfiríticos cinza-claro e lilás pelas suas diferentes proporções matriz/fenocristais. Semelhantemente, os traquitos porfiríticos cinza-claro e lilás podem ser distinguidos, respectivamente, pelas formas euédricas e anédricas e granulometrias média e fina a grossa de seus fenocristais, bem como pela ausência ou presença de enclaves. A tabela 2 apresenta um quadro sinóptico das principais características petrográficas dos litotipos da unidade traquitos porfiríticos.

TABELA 2. Principais características dos litotipos discriminados para a unidade traquitos porfiríticos.

LITOTIPO	MATRIZ	FENOCRISTAIS	PROPORÇÃO MATRIZ/FENOCRISTAL
Traquito porfirítico cinza-claro	Hipocristalina (vítrea a devitrificada)	Granulometria: 1-3mm Álcali-feldspato (98%) euédrico a subédrico com inclusões de apatita (2%)	60%/40%
Traquito porfirítico lilás	Hipocristalina devitrificada	Granulometria: <1 a 10mm Álcali-feldspato (95%) subédrico a anédrico com inclusões de apatita (3%) e minerais opacos (2%)	60%/40%
Pórfiro-traquito	Hipocristalina a holocristalina fina	Granulometria: 2-15mm Álcali-feldspato (68%) euédrico com inclusões de apatita (2%) e plagioclásio euédrico (30%)	20%/80%

Moda em % de volume.

LITOGEOQUÍMICA DOS SIENITOS E TRAQUITOS

Os dados litogeoquímicos utilizados neste trabalho foram fornecidos pela diretoria técnica da Pedreira Vigné Ltda. As amostras foram coletadas em perfis longitudinais nas sete bancadas da lavra, em intervalos de 20 metros, e analisadas apenas para elementos maiores. O mapeamento geológico detalhado e a petrografia feitos *a posteriori* permitiram associar as amostras coletadas para as análises litogeoquímicas com alguns dos litotipos discriminados. Assim, pode-se observar que foram coletadas apenas amostras de traquitos porfiríticos cinza-claro e sienitos indiferenciados. Não foi possível associar as amostras analisadas com os seis litotipos sieníticos descritos anteriormente, uma vez que os mesmos não foram diferenciados em campo na escala de mapeamento, só tendo sido possível discriminá-los em base petrográfica. A amostragem realizada pela equipe técnica da Pedreira Vigné Ltda. resultou na coleta de um maior número de amostras de traquitos porfiríticos cinza-claro que sienitos indiferenciados, uma vez que obedeceu simplesmente a orientação dos perfis nas bancadas existentes à época de coleta. Em resumo, a base de dados litogeoquímicos utilizada restringe-se à análises de elementos maiores para oitenta e quatro amostras, sendo quarenta e nove de traquitos porfiríticos cinza-claro (Tab.3) e trinta e cinco de sienitos indiferenciados (Tab.4).

As amostras selecionadas foram analisadas no Laboratório GEOSOL por fluorescência de raios-X. Pequenas alíquotas (cerca de 1g) de amostras pulverizadas misturadas a um solvente sólido (tetraborato de lítio) foram fundidas por cerca de vinte minutos sob temperaturas em torno de 1200°C em forno mufla. Alíquotas separadas foram

previamente calcinadas para medidas de perda ao fogo (PF), conforme procedimento a ser detalhado mais adiante. Os vidros produzidos foram analisados para o conjunto de elementos maiores (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_{3(t)}$, MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O) e as concentrações foram obtidas a partir de uma linha de calibração construída com base em um grupo de padrões internacionais. Medidas de precisão e acurácia não puderam ser calculadas, haja vista o laboratório não ter fornecido as concentrações dos padrões, obtidas à época, nem tampouco de amostras repetidas. O elemento enxofre foi analisado separadamente, mas o laboratório não forneceu informações sobre a metodologia utilizada. O elemento fósforo não foi analisado.

Os valores da soma dos óxidos e PF dos sienitos variam entre 98,71 a 100,16% peso (média $99,47 \pm 0,37$), enquanto que os valores da soma dos óxidos para as amostras de traquitos variam de 98,62 a 100,15% peso (média $99,50 \pm 0,33$).

Os traquitos e sienitos da área de estudo constituem uma série alcalina (Fig.3) de caráter miaskítico ($0,65 < (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 < 0,99$; SØRENSEN, 1974).

Os sienitos e traquitos são classificados como metaluminosos e peraluminosos de acordo com o diagrama de MANIAR & PICCOLI (1989) (Fig.4).

Com base em sua composição química, as rochas são classificadas como traquitos alcalinos (Fig.5) e álcali-feldspato sienitos e álcali-feldspato quartzo sienitos (Fig.6).

Os traquitos da área de estudo se dividem em tipos predominantemente sódicos, potássicos e, mais raramente, ultrapotássicos (Fig.7a). Diferentemente, não há tipos ultrapotássicos dentre os sienitos da área, sendo os mesmos sódicos e potássicos (Fig.7b).

TABELA 3. Dados litogeoquímicos e norma CPIW (em %peso), das amostras dos traquitos da Pedreira Vigné.

Amostras	Praça A 02	Praça A 03	Praça A 04	Praça A 05	Banco 40A 01	Banco 40A 02	Banco 40A 03	Banco 40A 04	Banco 40A 05
SiO ₂	61,40	62,00	62,00	61,40	61,30	61,40	61,20	62,80	58,30
TiO ₂	0,77	0,75	0,74	0,75	0,79	0,51	0,61	0,75	0,92
Al ₂ O ₃	17,50	18,00	17,90	17,70	17,80	18,80	17,70	18,20	18,80
Fe ₂ O _{3(t)}	3,40	3,40	3,30	3,20	3,00	3,70	3,50	3,00	3,30
MnO	0,34	0,30	0,32	0,29	0,21	0,33	0,38	0,26	0,20
MgO	0,57	0,55	0,47	0,52	0,56	0,32	0,44	0,51	0,81
CaO	0,82	0,45	0,90	1,20	1,40	0,78	1,10	1,10	1,50
Na ₂ O	6,00	8,40	8,50	6,70	6,60	7,40	8,10	10,00	3,90
K ₂ O	6,60	3,00	2,60	5,40	5,60	4,20	3,60	0,43	8,30
P.F.	2,25	2,42	2,46	2,34	2,03	1,93	2,29	2,22	3,03
S	0,45	0,27	0,14	0,65	0,20	0,16	0,36	0,09	0,02
Total	100,10	99,54	99,33	100,15	99,49	99,53	99,28	99,36	99,08
Nefelina	1,00	0,00	0,00	1,15	1,86	0,00	2,68	0,00	0,03
Quartzo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Hiperstênio	0,00	0,45	1,22	0,00	0,00	0,31	0,00	1,04	0,00
Acrmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,83	1,24	0,12	0,36	0,00	1,38	0,41	0,00	1,65
Diopsídio	2,28	0,00	1,22	3,06	3,72	0,00	3,56	1,61	0,00
Corindon	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,70
Ortoclásio	40,12	18,34	15,91	32,90	34,08	25,52	22,06	2,62	51,17
Albita	50,36	73,51	74,48	56,32	54,07	64,38	66,10	87,32	34,37
Anortita	1,37	2,31	3,12	2,35	2,48	3,98	1,36	3,63	7,76
Magnetita	2,53	2,55	2,48	2,39	2,24	2,76	2,63	2,24	2,49
Ilmenita	1,50	1,47	1,45	1,47	1,54	0,99	1,20	1,47	1,82
Total	99,99	99,99	100,00	100,00	99,99	100,00	100,00	100,01	99,99

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 66A 01	Banco 66A 02	Banco 66A 03	Banco 66A 04	Banco 66A 05	Banco 66A 06	Banco 66A 07	Banco 66A 08
SiO ₂	61,60	58,80	60,90	62,80	61,60	62,00	59,90	60,30
TiO ₂	0,69	0,79	0,88	0,77	0,66	0,73	0,98	0,74
Al ₂ O ₃	18,10	17,80	17,90	18,20	17,70	17,90	17,50	17,20
Fe ₂ O _{3(t)}	2,80	3,30	3,30	3,20	3,30	3,20	3,50	3,50
MnO	0,25	0,32	0,19	0,24	0,28	0,26	0,24	0,30
MgO	0,49	0,52	0,58	0,49	0,37	0,63	0,74	0,85
CaO	0,73	2,10	1,50	0,98	0,95	1,50	1,20	2,00
Na ₂ O	7,00	5,60	6,80	9,70	7,30	10,00	5,10	9,30
K ₂ O	5,20	6,30	5,00	1,10	4,40	0,20	7,60	1,20
P.F.	2,45	3,60	2,34	2,01	2,95	3,15	2,79	4,00
S	0,18	0,10	0,24	0,18	0,49	0,27	0,08	0,28
Total	99,49	99,23	99,63	99,67	100,00	99,84	99,63	99,67
Nefelina	1,16	2,79	1,32	0,23	0,00	0,38	2,03	3,11
Quartzo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hiperstênio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00
Acmite	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,98	0,00	0,19	0,70	0,52	0,45	0,59	0,00
Diopsídio	0,84	4,22	3,18	1,64	1,86	3,40	2,89	6,34
Coríndon	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ortoclásio	31,78	39,05	30,50	6,68	26,98	1,23	46,51	7,45
Albita	59,09	44,53	56,96	83,90	64,07	87,20	40,93	76,89
Anortita	2,70	5,07	3,67	2,96	2,64	3,51	2,50	1,74
Magnetita	2,10	2,51	2,47	2,38	2,48	2,41	2,63	2,66
Ilmenita	1,35	1,57	1,72	1,50	1,30	1,44	1,93	1,47
Total	100,00	99,74	100,01	99,99	100,01	100,02	100,01	99,66

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 66A 09	Banco 66A 10	Banco 66A 11	Banco 97A 07	Banco 97A 08	Banco 97A 09	Banco 97A 10	Banco 97A 11
SiO ₂	59,90	61,80	62,50	60,00	59,10	60,30	59,90	61,30
TiO ₂	0,54	0,77	0,72	0,98	0,99	0,96	0,42	0,73
Al ₂ O ₃	19,40	17,80	18,10	18,10	18,70	17,70	20,90	17,40
Fe ₂ O _{3(l)}	3,00	3,30	3,10	3,30	3,00	3,20	2,80	3,30
MnO	0,28	0,29	0,27	0,12	0,09	0,16	0,32	0,27
MgO	0,58	0,55	0,47	0,92	0,65	0,72	0,38	0,53
CaO	1,70	1,30	0,98	1,40	1,70	1,70	0,71	1,40
Na ₂ O	7,50	10,50	10,30	5,30	5,30	7,00	6,80	9,80
K ₂ O	3,30	0,25	0,26	7,30	7,00	4,30	5,00	0,93
P.F.	3,06	2,55	2,31	1,83	2,60	3,22	2,68	3,30
S	0,31	0,59	0,47	0,16	0,35	0,45	0,22	0,71
Total	99,57	99,70	99,48	99,41	99,48	99,71	100,13	99,67
Nefelina	0,77	3,53	0,88	2,60	3,00	0,74	1,02	2,49
Quartzo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hiperstênio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	1,75	0,00	0,60	0,90	0,69	0,21	1,52	0,00
Diopsídio	0,00	4,30	2,07	2,32	1,51	3,46	0,00	4,28
Coríndon	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,10	0,00
Ortoclássio	20,31	1,53	1,59	44,36	42,93	26,51	30,44	5,76
Albita	64,64	85,64	88,63	41,30	40,98	60,40	57,38	82,23
Anortita	8,78	0,74	2,48	4,16	6,81	4,36	3,63	0,79
Magnetita	2,26	2,48	2,33	2,40	1,84	2,42	2,09	2,50
Ilmenita	1,07	1,52	1,41	1,91	1,95	1,90	0,82	1,45
Total	100,00	99,74	99,99	99,95	99,71	100,00	100,00	99,50

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 97A 12	Banco 97A 13	Banco 97A 14	Banco 97A 15	Banco 97A 16	Banco 97A 18	Banco 117A 09	Banco 117A 10
SiO ₂	62,10	61,50	62,30	61,60	56,00	59,10	58,70	58,10
TiO ₂	0,77	0,75	0,69	0,58	0,89	0,29	0,92	0,88
Al ₂ O ₃	18,10	17,70	18,00	19,10	16,80	21,60	17,60	18,80
Fe ₂ O _{3(t)}	3,30	3,20	3,10	2,70	3,20	3,10	3,00	3,10
MnO	0,25	0,30	0,21	0,08	0,18	0,16	0,09	0,08
MgO	0,46	0,58	0,49	0,34	0,66	0,34	0,87	0,80
CaO	0,54	1,00	1,10	0,41	4,10	0,03	1,60	1,50
Na ₂ O	8,50	8,20	10,20	6,50	3,60	4,50	4,50	4,00
K ₂ O	2,80	3,20	0,29	5,40	7,90	6,60	7,60	8,30
P.F.	2,64	2,75	2,82	2,37	5,42	2,85	3,52	3,24
S	0,32	0,17	0,38	0,59	0,15	0,19	0,22	0,55
Total	99,78	99,35	99,58	99,67	98,90	98,76	98,62	99,35
Nefelina	0,00	1,04	0,81	0,00	2,56	0,00	0,46	0,93
Quartzo	0,00	0,00	0,00	1,66	0,00	6,90	0,00	0,00
Hiperstênio	1,19	0,00	0,00	1,19	0,00	2,04	0,00	0,00
Acmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,41	0,71	0,45	0,00	0,00	0,00	0,92	1,46
Diopsídio	0,00	2,44	2,49	0,00	4,18	0,00	2,10	0,00
Coríndon	0,11	0,00	0,00	1,88	0,00	7,33	0,00	0,53
Ortoclássio	17,12	19,65	1,78	33,05	50,12	40,82	47,42	51,42
Albita	74,41	70,14	88,19	56,95	27,98	39,84	39,35	33,76
Anortita	2,77	2,13	2,58	2,11	6,82	0,16	5,68	7,80
Magnetita	2,47	2,41	2,33	2,03	2,49	2,35	2,09	2,31
Ilmenita	1,51	1,48	1,36	1,14	1,81	0,58	1,84	1,75
Total	99,99	100,00	99,99	100,01	95,96	100,02	99,86	99,96

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 117A 11	Banco 117A 12	Banco 117A 13	Banco 117A 14	Banco 117A 15	Banco 117A 16	Banco 137A 09	Banco 137A 10
SiO ₂	62,10	61,40	60,60	61,60	62,50	58,00	61,10	58,00
TiO ₂	0,76	0,66	0,85	0,96	0,73	0,37	0,54	1,00
Al ₂ O ₃	17,70	17,40	17,50	17,80	18,00	21,00	21,30	17,80
Fe ₂ O _{3(t)}	2,90	3,20	3,20	3,20	3,20	3,10	2,60	3,60
MnO	0,22	0,31	0,24	0,18	0,26	0,40	0,08	0,10
MgO	0,45	0,57	0,55	0,51	0,49	0,54	0,36	0,80
CaO	0,70	1,50	1,50	1,20	1,00	1,40	0,04	2,00
Na ₂ O	5,50	9,50	6,30	8,40	10,10	4,80	5,30	5,00
K ₂ O	6,50	1,20	5,70	2,70	0,29	6,00	6,30	7,00
P.F.	2,41	2,89	2,86	2,44	2,45	3,67	1,94	3,53
S	0,23	0,84	0,35	0,54	0,62	0,10	0,01	0,78
Total	99,47	99,47	99,65	99,53	99,64	99,38	99,57	99,61
Nefelina	0,00	1,92	1,26	0,28	0,00	0,00	0,00	2,84
Quartzo	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,79	5,52	0,00
Hiperstênio	1,52	0,00	0,00	0,00	0,83	2,89	1,26	0,00
Acmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,00	0,00	0,00	0,16	0,17	0,00	0,00	0,29
Diopsídio	0,00	4,79	3,78	2,48	1,70	0,00	0,00	3,66
Coríndon	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	4,26	5,84	0,00
Ortoclásio	39,74	7,42	34,99	16,56	1,78	37,15	38,19	43,50
Albita	48,13	80,55	53,04	73,21	88,64	42,55	46,00	39,24
Anortita	3,59	1,36	2,74	3,01	3,04	7,28	0,20	5,74
Magnetita	2,17	2,43	2,41	2,41	2,40	2,35	1,93	2,74
Ilmenita	1,49	1,31	1,68	1,89	1,44	0,74	1,05	2,00
Total	100,00	99,78	99,90	100,00	100,00	100,01	99,99	100,01

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 137A 11	Banco 137A 12	Banco 137A 13	Banco 137A 14	Banco 155A 13	Banco 155A 14	Banco 155A 15	Banco 155A 16
SiO ₂	61,40	61,90	58,40	61,60	60,60	61,00	57,30	63,80
TiO ₂	0,72	0,68	0,40	0,77	0,91	0,79	0,38	0,49
Al ₂ O ₃	17,60	17,60	20,60	17,80	18,30	17,80	22,50	18,80
Fe ₂ O ₃₍₄₎	3,30	3,30	3,00	3,00	3,40	3,20	2,50	3,40
MnO	0,23	0,32	0,39	0,22	0,95	0,31	0,10	0,26
MgO	0,75	0,55	0,44	0,53	0,52	0,58	0,47	0,11
CaO	1,90	1,40	0,78	1,30	0,86	1,50	0,44	0,03
Na ₂ O	9,90	9,90	5,00	8,60	8,00	8,70	2,30	8,80
K ₂ O	0,28	0,27	6,90	2,10	2,50	2,70	9,90	2,40
P.F.	2,55	2,81	3,05	2,45	3,19	2,68	3,20	1,17
S	0,71	0,60	0,06	0,43	0,74	0,59	0,54	0,01
Total	99,34	99,33	99,02	98,80	99,97	99,85	99,63	99,27
Nefelina	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	0,00	0,00
Quartzo	0,00	0,00	0,00	0,39	1,17	0,00	4,29	2,77
Hiperstênio	0,00	0,51	2,44	0,71	3,09	0,00	1,84	1,38
Acmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Diopsídio	5,38	3,53	0,00	2,23	0,00	4,39	0,00	0,00
Coríndon	0,00	0,00	3,64	0,00	0,91	0,00	7,52	1,71
Ortoclássio	1,73	1,67	42,59	12,96	15,41	16,55	61,10	14,49
Albita	84,42	87,48	44,18	75,98	70,60	69,52	20,32	76,04
Anortita	2,89	2,92	4,04	3,94	4,45	1,61	2,28	0,15
Magnetita	2,49	2,50	2,27	2,27	2,57	2,40	1,89	2,52
Ilmenita	1,42	1,35	0,79	1,53	1,80	1,55	0,75	0,95
Total	99,91	100,01	100,00	100,01	100,00	99,72	99,99	100,01

Fe₂O₃₍₄₎ é ferro total sob a forma de ferro férrico; P.F. é perda ao fogo.

TABELA 4. Dados litogeoquímicos e norma CPIW (em %peso), das amostras dos sienitos da Pedreira Vigné.

Amostras	Banco 40A 01	Banco 97A 01	Banco 97A 02	Banco 97A 03	Banco 97A 04	Banco 97A 05	Banco 97A 06
SiO ₂	61,30	58,80	61,00	57,90	56,40	60,40	59,20
TiO ₂	0,79	0,99	0,69	1,00	0,34	0,68	0,94
Al ₂ O ₃	17,80	18,10	17,60	17,80	20,70	17,90	17,80
Fe ₂ O _{3(t)}	3,00	2,80	3,40	3,40	3,40	3,20	3,40
MnO	0,21	0,17	0,32	0,15	0,21	0,18	0,15
MgO	0,56	0,65	0,58	0,83	0,76	0,69	0,91
CaO	1,40	2,10	1,20	2,30	0,86	1,80	2,10
Na ₂ O	6,60	4,80	7,50	5,00	1,10	7,10	5,90
K ₂ O	5,60	7,30	3,90	6,80	11,00	4,40	5,80
P.F.	2,03	3,37	3,23	3,92	3,99	3,20	2,80
S	0,20	0,27	0,17	0,43	0,55	0,33	0,33
Total	99,49	99,35	99,59	99,53	99,31	99,88	99,33
Nefelina	1,86	1,98	0,51	2,72	0,00	2,09	2,39
Quartzo	0,00	0,00	0,00	0,00	4,60	0,00	0,00
Hiperstênio	0,00	0,00	0,00	0,00	3,30	0,00	0,00
Acrmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,00	0,09	0,81	0,12	0,00	0,27	0,29
Diopsídio	3,72	3,37	2,63	4,40	0,00	4,11	4,45
Coríndon	0,00	0,00	0,00	0,00	5,73	0,00	0,00
Ortoclássio	34,08	45,15	24,01	42,30	68,73	27,04	35,70
Albita	54,07	38,84	65,14	39,50	9,84	58,60	47,58
Anortita	2,48	6,58	2,96	6,36	4,51	4,14	5,17
Magnetita	2,24	1,83	2,57	2,59	2,60	2,41	2,57
Ilmenita	1,54	1,97	1,36	2,00	0,68	1,34	1,86
Total	99,99	99,81	99,99	99,99	99,99	100,00	100,01

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 117A 01	Banco 117A 02	Banco 117A 03	Banco 117A 04	Banco 117A 05	Banco 117A 06	Banco 117A 07
SiO ₂	58,70	58,50	59,20	58,90	58,90	58,90	57,00
TiO ₂	0,98	0,38	0,37	0,75	0,92	0,98	0,56
Al ₂ O ₃	18,00	20,70	20,20	18,50	18,00	17,60	17,50
Fe ₂ O _{3(t)}	3,50	3,20	3,00	3,40	3,30	3,50	4,80
MnO	0,14	0,38	0,33	0,19	0,13	0,14	0,10
MgO	0,91	0,46	0,37	0,70	0,94	1,10	0,80
CaO	2,30	0,78	0,53	1,50	1,80	1,80	2,70
Na ₂ O	5,00	5,10	5,00	5,40	6,00	5,90	6,30
K ₂ O	6,90	6,80	7,30	6,70	6,00	6,00	4,90
P.F.	2,74	2,98	2,57	2,85	2,84	2,90	4,05
S	0,32	0,26	0,38	0,47	0,44	0,09	1,10
Total	99,49	99,54	99,25	99,36	99,27	98,91	99,81
Nefelina	2,30	0,00	0,00	2,35	3,78	3,12	5,17
Quartzo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hiperstênio	0,00	1,89	1,93	0,00	0,00	0,00	0,00
Acmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,36	0,56	0,24	1,41	0,59	0,71	0,00
Diopsídio	4,15	0,00	0,00	0,82	3,64	4,17	7,03
Coríndon	0,00	3,68	3,24	0,00	0,00	0,00	0,00
Ortoclásio	42,37	41,81	44,87	41,31	37,01	37,04	30,67
Albita	39,71	44,88	44,00	43,32	46,01	46,37	46,90
Anortita	6,54	4,03	2,73	6,74	4,66	3,99	5,30
Magnetita	2,64	2,41	2,26	2,57	2,50	2,65	3,68
Ilmenita	1,93	0,75	0,73	1,48	1,82	1,94	1,13
Total	100,00	100,01	100,00	100,00	100,01	99,99	99,88

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 117A 08	Banco 137A 01	Banco 137A 02	Banco 137A 03	Banco 137A 04	Banco 137A 05	Banco 137A 06
SiO ₂	58,20	59,70	58,70	60,50	58,70	61,50	60,20
TiO ₂	0,51	0,83	0,92	0,73	0,98	0,62	0,85
Al ₂ O ₃	20,90	18,10	17,80	17,80	17,80	17,60	18,00
Fe ₂ O _{3(t)}	2,90	2,80	3,30	3,00	3,40	3,60	3,40
MnO	0,23	0,13	0,16	0,20	0,14	0,33	0,18
MgO	0,64	0,67	0,81	0,72	0,88	0,47	0,80
CaO	0,78	1,60	1,80	1,60	1,90	0,86	1,10
Na ₂ O	4,30	5,10	5,50	6,30	5,20	7,30	5,90
K ₂ O	7,50	7,20	6,10	5,50	6,40	4,50	5,90
P.F.	3,16	2,59	3,31	2,95	3,25	2,57	2,59
S	0,44	0,38	0,34	0,56	0,60	0,47	0,18
Total	99,56	99,10	98,74	99,86	99,25	99,82	99,10
Nefelina	0,00	1,44	1,00	1,03	0,56	0,46	0,00
Quartzzo	1,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Hiperstênio	2,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06
Acmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,00	0,52	0,77	0,54	0,82	1,00	0,90
Diopsídio	0,00	2,20	2,53	3,21	2,54	1,96	0,20
Coríndon	4,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ortoclássio	46,27	44,33	37,98	33,79	39,72	27,53	36,26
Albita	37,97	42,30	47,18	53,52	45,17	63,09	51,91
Anortita	4,04	5,45	6,18	4,21	6,65	2,04	5,42
Magnetita	2,19	2,11	2,52	2,26	2,59	2,70	2,56
Ilmenita	1,01	1,64	1,84	1,44	1,95	1,22	1,68
Total	100,00	99,99	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 137A 07	Banco 137A 08	Banco 155A 01	Banco 155A 02	Banco 155A 03	Banco 155A 04	Banco 155A 05
SiO ₂	60,10	58,80	59,30	60,00	59,10	58,10	60,50
TiO ₂	0,63	0,96	1,00	0,53	1,20	0,99	1,00
Al ₂ O ₃	18,90	17,60	18,20	19,00	20,00	17,80	18,30
Fe ₂ O _{3(t)}	3,10	3,60	3,60	3,40	3,50	3,70	3,50
MnO	0,27	0,13	0,12	0,30	0,05	0,24	0,11
MgO	0,64	0,76	0,83	0,52	0,64	0,86	0,81
CaO	0,93	1,80	1,30	0,82	0,23	2,10	1,10
Na ₂ O	5,60	5,30	4,70	5,50	4,30	4,70	6,50
K ₂ O	6,30	6,90	7,60	6,80	7,40	7,40	5,20
P.F.	2,75	3,17	2,69	2,54	2,25	2,58	2,21
S	0,31	0,71	0,82	0,44	0,04	0,56	0,21
Total	99,53	99,73	100,16	99,85	98,71	99,03	99,44
Nefelina	0,00	2,90	0,63	0,50	0,00	2,80	0,20
Quartzo	0,13	0,00	0,00	0,00	4,48	0,00	0,00
Hiperstênio	2,42	0,00	0,00	0,00	1,66	0,00	0,00
Acmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,00	0,13	1,46	1,81	0,00	0,51	1,45
Diopsídio	0,00	4,16	0,27	0,00	0,00	3,96	0,04
Coríndon	1,22	0,00	0,00	1,14	4,68	0,00	0,00
Ortoclásio	38,66	42,63	46,56	41,56	45,44	45,70	31,74
Albita	49,19	41,52	40,06	47,19	37,80	36,39	56,41
Anortita	4,79	4,03	6,35	4,21	1,19	5,87	5,58
Magnetita	2,33	2,73	2,70	2,55	1,83	2,80	2,62
Ilmenita	1,24	1,90	1,97	1,04	2,37	1,96	1,96
Total	99,98	100,00	100,00	100,00	99,45	99,99	100,00

Continua...

... continuação

Amostras	Banco 155A 06	Banco 155A 07	Banco 155A 08	Banco 155A 09	Banco 155A 10	Banco 155A 11	Banco 155A 12
SiO ₂	63,00	60,90	61,70	59,00	59,90	60,20	60,60
TiO ₂	0,97	1,30	1,00	0,48	1,10	0,27	0,74
Al ₂ O ₃	18,80	19,50	18,50	20,60	17,20	21,70	17,50
Fe ₂ O _{3(t)}	2,70	2,90	3,20	3,00	3,90	2,00	3,30
MnO	0,21	0,01	< 0,01	0,25	0,19	0,11	0,27
MgO	0,20	0,41	0,32	0,39	0,59	0,44	0,61
CaO	0,26	0,11	0,10	0,96	1,80	0,51	1,50
Na ₂ O	6,90	4,50	5,20	5,30	7,70	3,80	7,40
K ₂ O	5,20	7,50	7,10	6,70	3,20	7,60	4,20
P.F.	1,16	1,67	1,88	2,81	3,14	2,72	3,06
S	0,04	0,07	0,32	0,48	1,40	0,19	0,89
Total	99,44	98,87	99,32	99,97	100,12	99,54	100,07
Nefelina	0,00	0,00	0,00	0,04	0,80	0,00	2,17
Quartzo	2,15	5,33	3,70	0,00	0,00	7,24	0,00
Hiperstênio	0,51	1,05	0,82	0,00	0,00	1,74	0,00
Acmita	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivina	0,00	0,00	0,00	1,43	0,00	0,00	0,08
Diopsídio	0,00	0,00	0,00	0,00	3,61	0,00	4,46
Coríndon	1,38	3,90	2,15	2,99	0,00	6,52	0,00
Ortoclássio	31,33	45,71	43,28	41,02	19,83	46,53	25,87
Albita	59,51	39,26	45,38	46,39	66,83	33,31	61,25
Anortita	1,31	0,56	0,51	4,93	3,07	2,62	2,23
Magnetita	1,82	0,48	1,80	2,25	2,96	1,50	2,49
Ilmenita	1,88	2,55	1,96	0,94	2,19	0,53	1,46
Total	99,89	98,84	99,60	99,99	99,29	99,99	100,01

(Fe₂O_{3(t)} é ferro total sob a forma de ferro ferrico; P.F. é perda ao fogo). (Continuação)

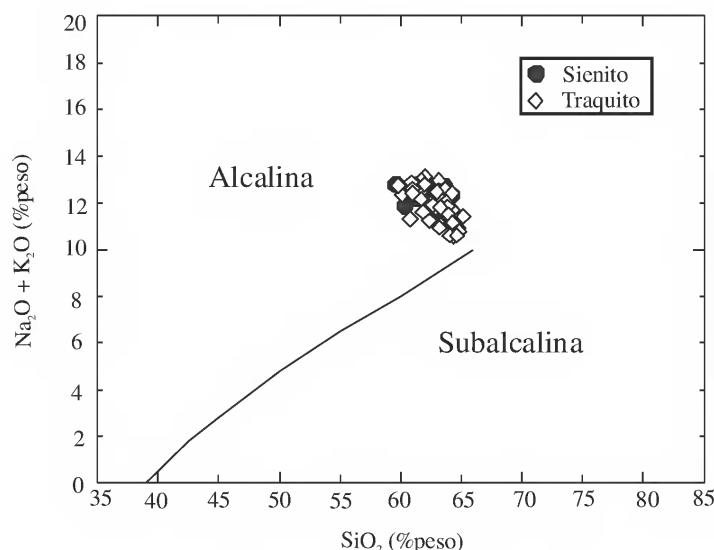


Fig.3- Diagrama $\text{SiO}_2 \times (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (em %peso) para discriminação de séries magmáticas (IRVINE & BARAGAR, 1971) com as amostras de traquitos e sienitos coletadas na área de estudo.

O cálculo da norma CIPW (Tabs.3-4) dos sienitos e traquitos foi feito em base anidra utilizando-se uma razão $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3 = 0,50$ (MIDDLEMOST, 1989). Os resultados revelam que para ambas as unidades há tipos insaturados em sílica (*i.e.*, com nefelina normativa), saturados em sílica (*i.e.*, com hiperstênio normativo) e supersaturados em sílica (*i.e.*, com quartzo e hiperstênio normativos). Nenhuma das amostras analisadas possui acmita na norma, o que corrobora a característica exclusivamente miaskítica da série alcalina.

ANÁLISE PETROGENÉTICA

Diagramas de Harker para elementos maiores foram construídos para as suítes discriminadas com base no grau de saturação em sílica. A petrogênese dos traquitos e sienitos que ocorrem na área de estudo foi feita com base na análise regressiva pelo método dos mínimos quadrados (ROLLINSON, 1993). Curvas lineares e polinomiais foram inseridas nos diagramas de Harker, tendo sido calculados os seus respectivos valores dos quadrados dos coeficientes de correlação de Pearson ($(R^2)_L$ e $(R^2)_P$) e níveis de significância associados (NS_L e NS_P) para o total de amostras de cada suíte.

Modelos petrogenéticos experimentais mostram que há barreiras termais impeditivas à diferenciação de líquidos parentais insaturados em líquidos saturados/supersaturados por cristalização fracionada (TUTTLE & BOWEN, 1958; HAMILTON &

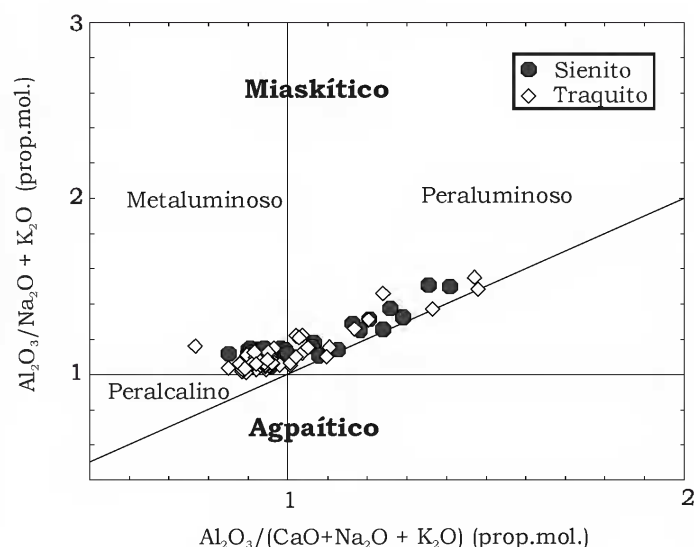


Fig.4- Diagrama de discriminação de séries magmáticas alcalinas (MANIAR & PICCOLI, 1989) com as amostras de traquitos e sienitos coletadas na área de estudo.

MACKENZIE, 1965). No entanto, líquidos parentais saturados podem diferenciar-se em líquidos evoluídos supersaturados. Assim, os traquitos e sienitos destas duas últimas suítes foram analisados conjuntamente.

SUÍTES TRAQUÍTICAS INSATURADAS, SATURADAS E SUPERSATURADAS

Trinta e uma amostras da suíte traquítica insaturada foram plotadas em diagramas de Harker, com os respectivos cálculos dos valores de R^2 e níveis de significância (Fig.8 e Tab.5).

TABELA 5. Valores dos quadrados de coeficientes de correlação (R^2) e níveis de significância (NS) para a suíte traquítica insaturada da área estudada.

ELEMENTO	$(R^2)_L$	NS_L	$(R^2)_P$	NS_P
Al_2O_3	0,0065	<80%	0,0887	90-95%
Fe_2O_3 (t)	0,0105	<80%	0,0132	<80%
CaO	0,4967	>99,9%	0,6460	>99,9%
MgO	0,2996	95-99%	0,3504	>99,9%
Na_2O	0,6963	>99,9%	0,7196	>99,9%
K_2O	0,5822	>99,9%	0,6258	>99,9%
TiO_2	0,1734	95-99%	0,1737	95-99%
MnO	0,2366	99-99,9%	0,2376	99-99,9%

$(R^2)_L$ = coeficiente de correlação linear, $(R^2)_P$ = coeficiente de correlação polinomial, NS_L = nível de significância para a correlação linear e NS_P = nível de significância para a correlação polinomial.

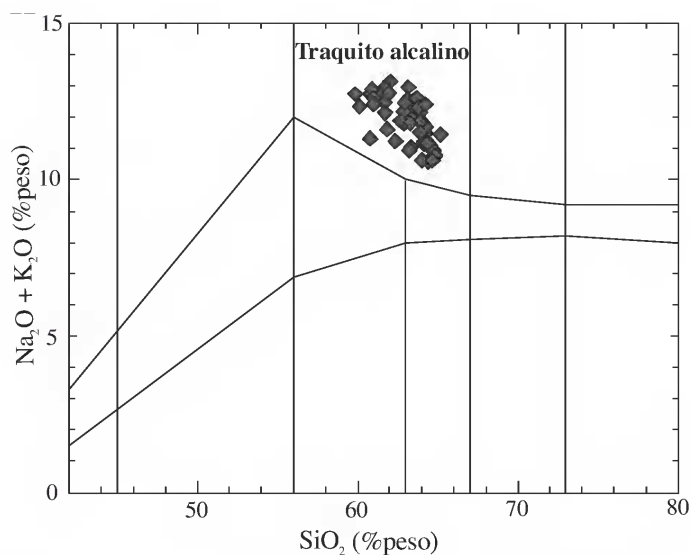


Fig.5- Diagrama $\text{SiO}_2 \times (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ para classificação de rochas (MIDDLEMOST, 1985) com as amostras de traquitos coletadas na área de estudo.

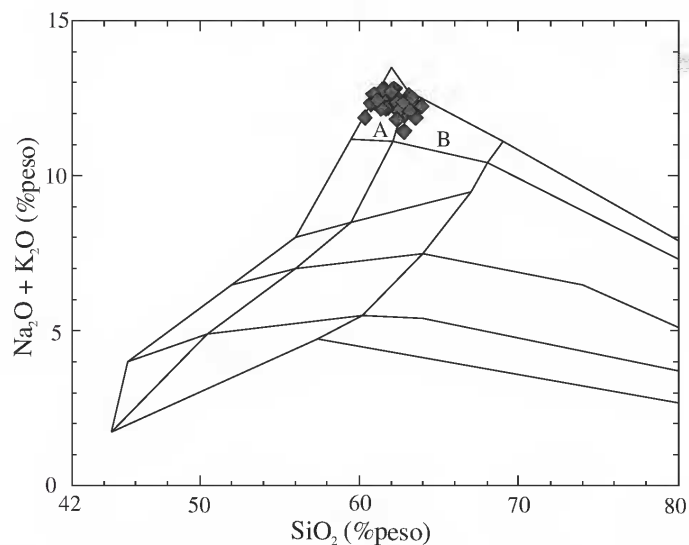


Fig.6- Diagrama $\text{SiO}_2 \times (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ para classificação de rochas (MIDDLEMOST, 1985) com as amostras de sienitos coletadas na área de estudo; (A) álcali feldspato sienito, (B) álcali feldspato quartzo sienito.

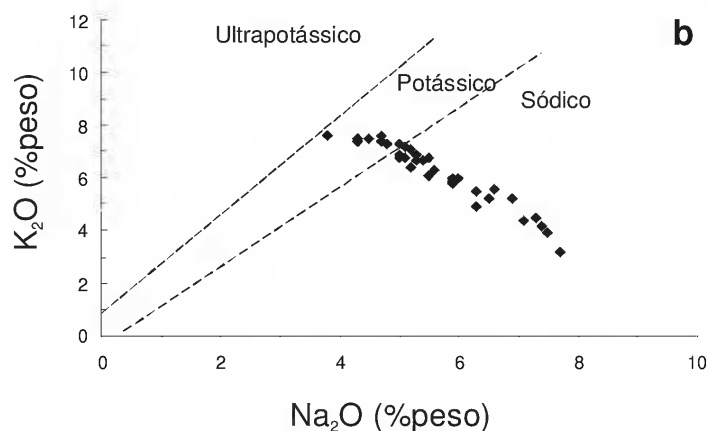
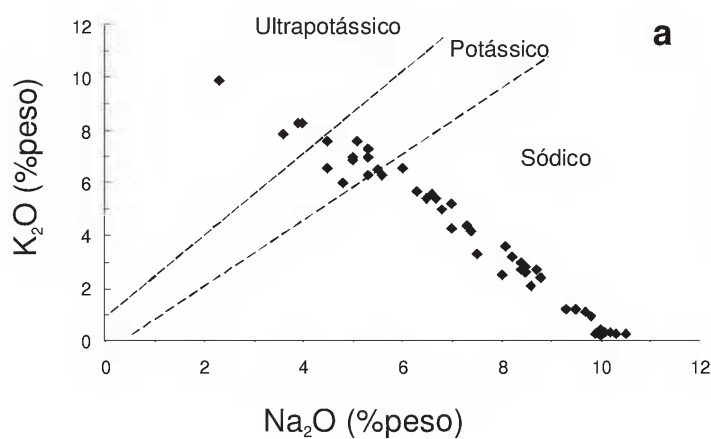


Fig.7- Diagramas discriminantes de suítes ultrapotássicas, potássicas e sódicas de séries alcalinas com amostras de traquitos e sienitos da área de estudo (MIDDLEMOST, 1975); (a) amostras de traquitos, (b) amostras de sienitos.

Os diagramas de Harker não apresentam intervalos composicionais, o que é indicativo de processos de evolução magmática por cristalização fracionada ou AFC (*Assimilation and Fractional Crystallisation*). Os valores similares dos níveis de significância associados aos coeficientes de correlação lineares e polinomiais indicam que os processos evolutivos não envolveram mudança na assembléia fracionada (Tab.5). Os diagramas de Harker (Fig.8) e os valores de R^2 e níveis de significância (Tab.5) mostram dispersão (<80%) para Al_2O_3 e $\text{Fe}_2\text{O}_{3(t)}$, e correlações pouco robustas (95%-99%) para MgO e TiO_2 . Correlações lineares robustas (>99%) foram observadas para CaO , K_2O ,

Na_2O e MnO . Os teores de MgO , TiO_2 , CaO e K_2O mostram um decréscimo com a progressiva diferenciação, enquanto que os teores de Na_2O e MnO aumentam. O decréscimo dos teores de K_2O é coerente com o fracionamento de álcali-feldspato, conforme corroborado pela assembléia de fenocristais observada nos estudos petrográficos (Tab.2). Uma dispersão localizada no diagrama de Harker deste óxido a cerca de 61% de SiO_2 talvez resulte de processos de acumulação de álcali-feldspato. A variação dos teores de CaO é de mais difícil explicação. Minerais contendo cálcio que são comumente envolvidos em processos de cristalização fracionada de traquitos são a apatita

e a titanita. A participação de apatita não pode ser avaliada satisfatoriamente em base geoquímica uma vez que P_2O_5 não foi analisado nas amostras estudadas. No entanto, a ocorrência de inclusões de apatita nos fenocristais de álcali-feldspato dos traquitos porfiríticos cinza-claro (Tab.2) pode ter controlado, ainda que parcialmente, as variações de CaO observadas no diagrama de Harker.

Dezoito amostras da suíte traquítica saturada/supersaturada foram plotadas em diagramas de Harker, com os respectivos cálculos dos valores de

R^2 e níveis de significância (Fig.9 e Tab.6).

A análise dos diagramas da figura 9 e os dados da tabela 6 mostram que os níveis de significância lineares e polinomiais são similares, não sendo observados hiatos composicionais consideráveis, tendo a ausência de amostras no curto intervalo 59-60% de SiO_2 sido atribuída a uma possível deficiência de amostragem. Isto permite concluir que a suíte traquítica saturada/supersaturada evoluiu por cristalização fracionada ou AFC sem mudança de assembléia fracionada.

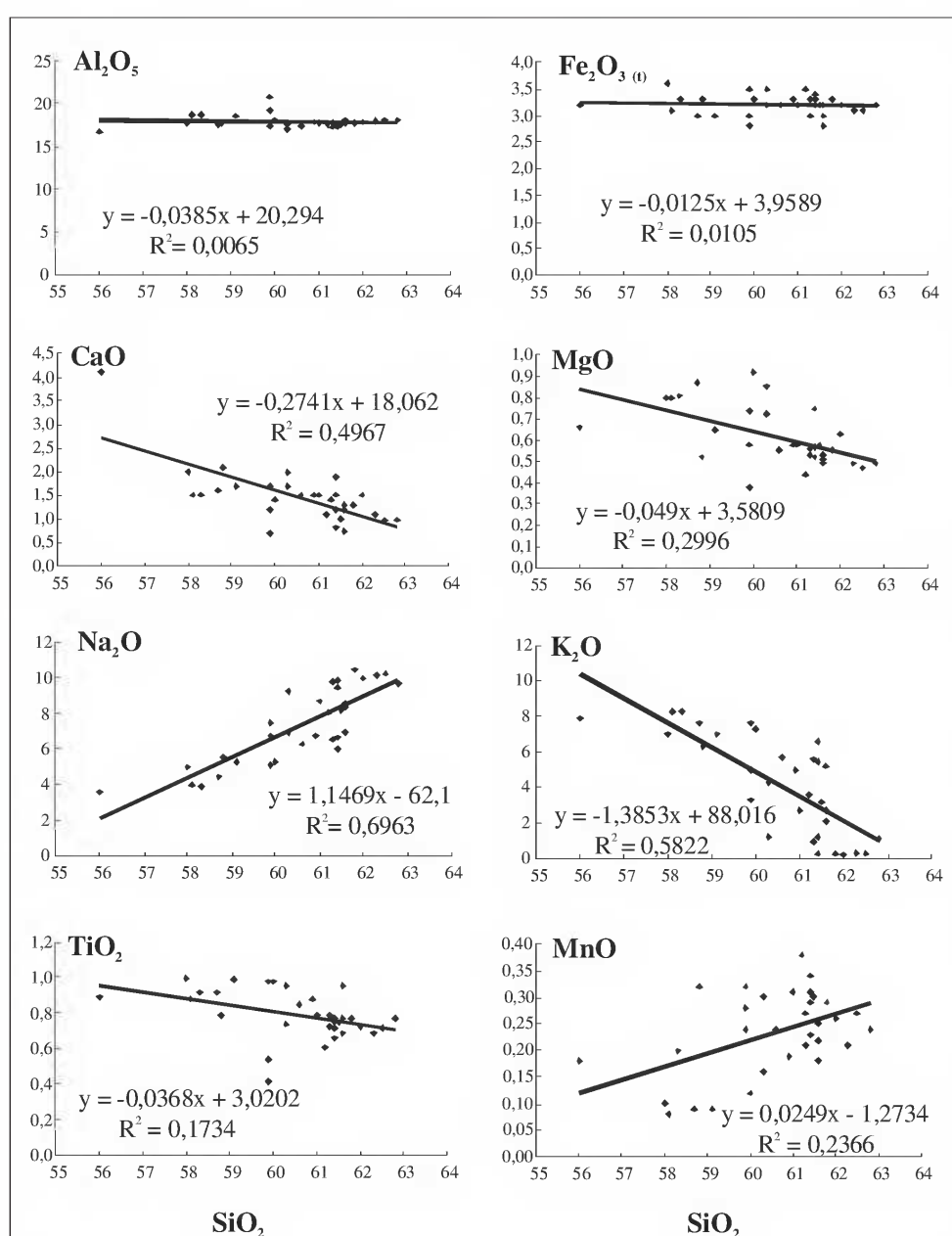


Fig.8- Diagramas de Harker para elementos maiores com amostras da suíte traquítica insaturada. As equações lineares e respectivos valores dos quadrados de coeficientes de correlação de Pearson (R^2) estão indicados nos diagramas.

Os diagramas de Harker (Fig.9) e seus respectivos valores de R^2 e níveis de significância para as correlações lineares (Tab.6) indicam dispersão (ou seja, níveis de significância inferiores a 95%) para CaO, MgO e MnO (níveis de significância <80%), e $Fe_2O_{3(t)}$ (níveis de significância entre 90% e 95%) e correlações robustas (ou seja, níveis de significância iguais ou maiores que 99%) para TiO_2 , Na_2O , Al_2O_3 e K_2O . Os diagramas de Harker mostram um enriquecimento acentuado nos teores de TiO_2 e Na_2O com o progresso da diferenciação. Em contrapartida, há um decréscimo nas concentrações de Al_2O_3 e K_2O . O decréscimo nos teores destes óxidos sugere o

envolvimento de uma assembléia fracionada composta, essencialmente, de feldspato potássico, o que é corroborado pela presença dominante de fenocristais de álcali-feldspato nos traquitos porfíricos cinza-claro da área de estudo (Tab.2). Em conclusão, a análise geoquímica apresentada acima mostra que as suítes traquíticas insaturada e saturada/supersaturada evoluíram por cristalização fracionada ou AFC sem mudanças de assembléias fracionadas. As variações das concentrações de K_2O , Al_2O_3 e CaO são coerentes com a participação de álcali-feldspato como fase fracionada dominante, possivelmente com inclusões

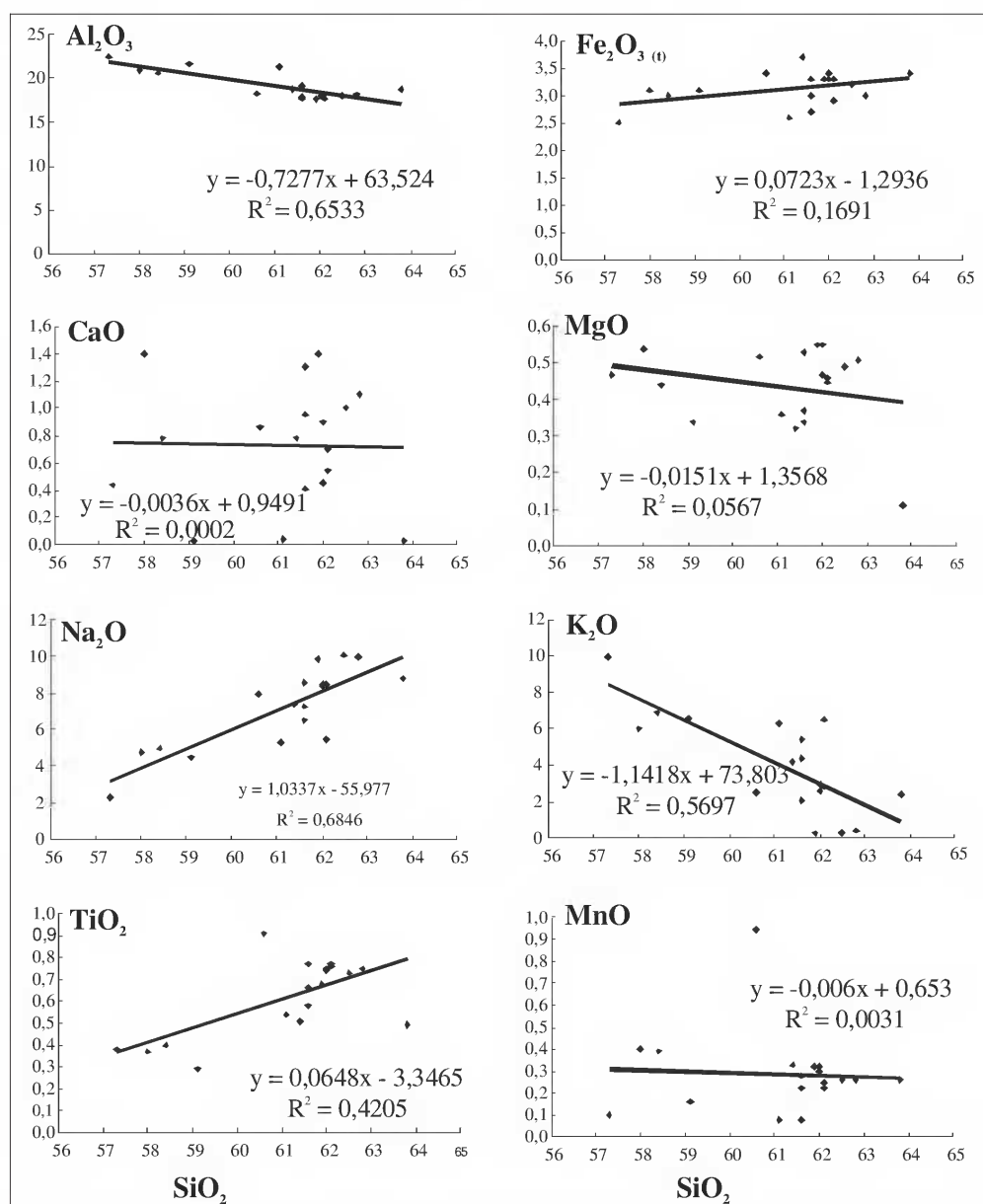


Fig.9- Diagramas de Harker para elementos maiores com amostras da suíte traquítica saturada/supersaturada. As equações lineares e respectivos valores dos quadrados de coeficientes de correlação de Pearson (R^2) estão indicados nos diagramas.

de apatita, o que é, de modo geral, corroborado pelos resultados dos estudos petrográficos.

SUÍTES SIENÍTICAS INSATURADAS, SATURADAS E SUPERSATURADAS

À semelhança dos traquitos, os sienitos da área de estudo também constituem três suítes com distintos graus de saturação.

Vinte e quatro amostras da suíte sienítica insaturada foram plotadas em diagramas de Harker, com os respectivos cálculos dos valores de R^2 e níveis de significância (Fig.10 e Tab.7).

Os diagramas de Harker (Fig.10) não apresentam

intervalos composicionais, o que é indicativo de processos de evolução magmática por cristalização fracionada ou AFC. Os valores dos níveis de significância associados aos coeficientes de correlação lineares e polinomiais são muito similares (Tab.7). No entanto, os valores de níveis de significância polinomiais são maiores que os níveis de significância linear no caso do TiO_2 , $Fe_2O_{3(t)}$ e Al_2O_3 , muito embora, ainda muito baixos para este último. Valores mais elevados de níveis de significância polinomiais poderiam indicar dois estágios de cristalização fracionada, com uma inflexão a cerca de 60% de SiO_2 (Fig.10). Infelizmente, não foi possível fazer uma

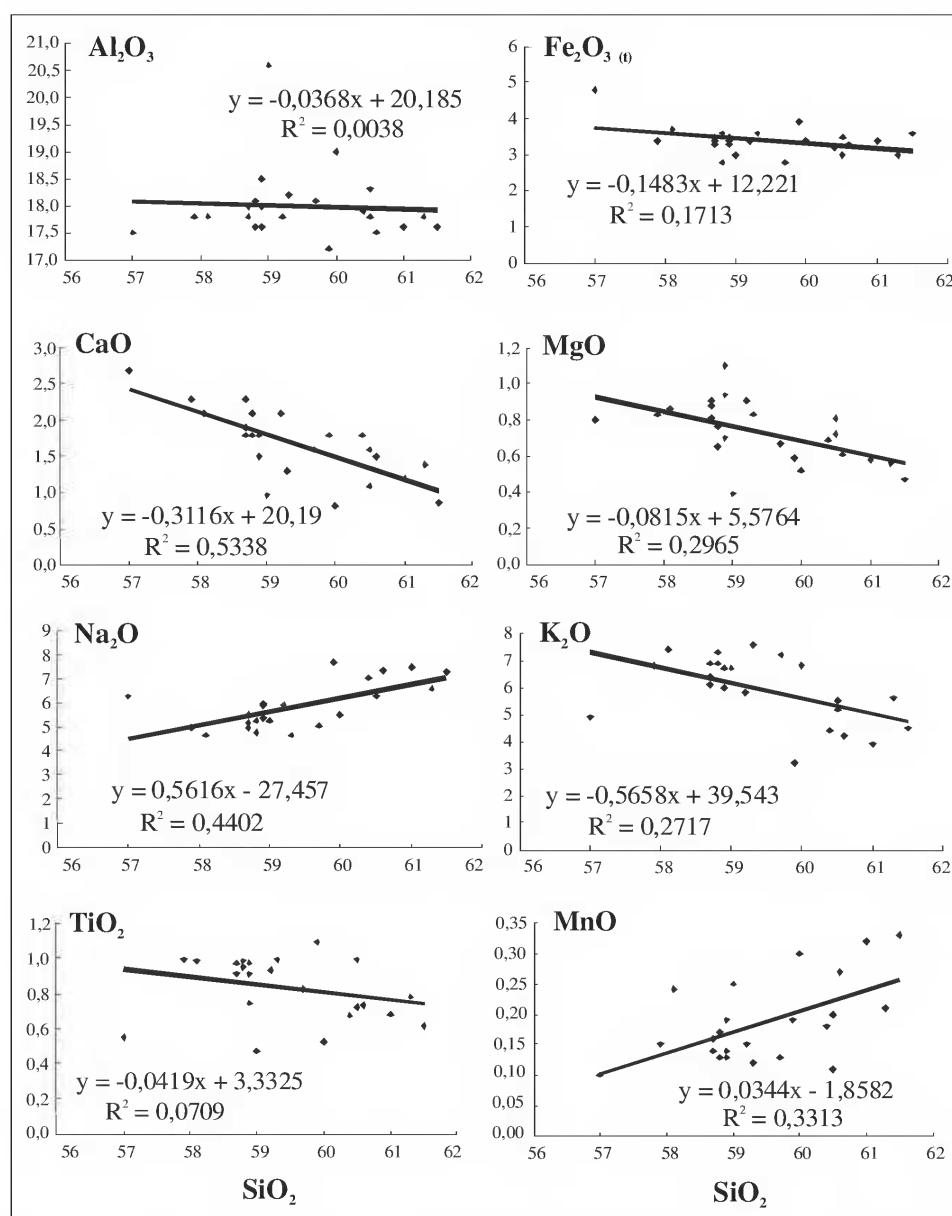


Fig.10- Diagramas de Harker para elementos maiores com amostras da suíte sienítica insaturada. As equações lineares e respectivos valores dos quadrados de coeficientes de correlação de Pearson (R^2) estão indicados nos diagramas.

associação entre as amostras analisadas e os grupos faciológicos de sienitos discriminados no estudo petrográfico, como justificado anteriormente. No entanto, não há evidência petrográfica em apoio à mudanças de assembléia fracionada, uma vez que todos os sienitos porfíricos estudados, muito possivelmente contemplados na amostragem que serviu às análises litogeoquímicas, possuem uma assembléia de fenocristais dominada por álcali-feldspato, com biotita e plagioclásio subordinados, com inclusões de minerais opacos e apatita (Tab.1). Assim, os diagramas de Harker e valores de níveis de significância lineares comparáveis aos polinomiais, bem como a ausência de hiatos composicionais, indicam que o processo evolutivo mais provável para a suíte sienítica insaturada foi cristalização fracionada ou AFC sem mudança na assembléia fracionada. Os níveis de significância lineares para Al_2O_3 e TiO_2 mostram dispersão (<80%), correlações pouco coerentes (95%-99%) para $Fe_2O_{3(t)}$ e robustas (>99%) para CaO, MgO, Na_2O , K_2O e MnO (Tab.7). O decréscimo nos teores de K_2O com o progresso da diferenciação é coerente com o fracionamento de álcali-feldspato, o que é corroborado pela petrografia (Tab.1). O decréscimo nos teores de CaO pode ser atribuído ao fracionamento de plagioclásio e/ou apatita. A ausência de análises de concentrações de P_2O_5 nas amostras estudadas não permite uma avaliação conclusiva com relação ao fracionamento de apatita, muito embora a estudo petrográfico tenha mostrado que este mineral ocorre como inclusões em fenocristais de álcali-feldspato e biotita nos sienitos porfíricos discriminados na área (Tab.1).

TABELA 6. Valores dos quadrados de coeficientes de correlação (R^2) e níveis de significância (NS) para a suíte traquítica saturada/supersaturada da área estudada.

ELEMENTO	$(R^2)_L$	NS _L	$(R^2)_P$	NS _P
Al_2O_3	0,6533	>99,9%	0,7038	>99,9%
$Fe_2O_{3(t)}$	0,1691	90-95%	0,1849	90-95%
CaO	0,0002	<80%	0,0251	<80%
MgO	0,0567	<80%	0,1561	80-90%
Na_2O	0,6846	>99,9%	0,6884	>99,9%
K_2O	0,5697	>99,9%	0,5739	>99,9%
TiO_2	0,4205	99-99,9%	0,5890	>99,9%
MnO	0,0031	<80%	0,0509	<80%

$(R^2)_L$ = coeficiente de correlação linear, $(R^2)_P$ = coeficiente de correlação polinomial, NS_L = nível de significância para a correlação linear e NS_P = nível de significância para a correlação polinomial.

Finalmente, os decréscimos nos teores de $Fe_2O_{3(t)}$ e MgO podem ser atribuídos ao fracionamento de uma fase máfica (talvez um óxido). A ocorrência subordinada de fenocristais de biotita, bem como de inclusões de minerais opacos em fenocristais de álcali-feldspato nos sienitos porfíricos que ocorrem na área de estudo (Tab.1) corroboram os resultados das análises litogeoquímicas.

Onze amostras da suíte sienítica saturada/supersaturada foram plotadas em diagramas de Harker, com os respectivos cálculos dos valores de R^2 e níveis de significância (Fig.11 e Tab.8).

TABELA 7. Valores dos quadrados de coeficientes de correlação (R^2) e níveis de significância (NS) para a suíte sienítica insaturada da área estudada.

ELEMENTO	$(R^2)_L$	NS _L	$(R^2)_P$	NS _P
Al_2O_3	0,0038	<80%	0,1044	80-90%
$Fe_2O_{3(t)}$	0,1713	95-99%	0,4616	>99,9%
CaO	0,5338	>99,9%	0,5642	>99,9%
MgO	0,2965	99-99,9%	0,3285	99-99,9%
Na_2O	0,4402	99,9%	0,5611	99,9%
K_2O	0,2717	99-99,9%	0,4040	>99,9%
TiO_2	0,0709	<80%	0,2263	95-99%
MnO	0,3313	99-99,9%	0,3676	99-99,9%

$(R^2)_L$ = coeficiente de correlação linear, $(R^2)_P$ = coeficiente de correlação polinomial, NS_L = nível de significância para a correlação linear e NS_P = nível de significância para a correlação polinomial.

TABELA 8. Valores dos quadrados de coeficientes de correlação (R^2) e níveis de significância (NS) para a suíte sienítica saturada/supersaturada da área estudada.

ELEMENTO	$(R^2)_L$	NS _L	$(R^2)_P$	NS _P
Al_2O_3	0,3668	95-99%	0,3691	95-99%
$Fe_2O_{3(t)}$	0,1290	<80%	0,1336	<80%
CaO	0,2974	90-95%	0,3078	90-95%
MgO	0,4633	95-99%	0,4903	95-99%
Na_2O	0,6094	99-99,9%	0,6722	99-99,9%
K_2O	0,5772	99-99,9%	0,6844	99-99,9%
TiO_2	0,3228	90-95%	0,3235	90-95%
MnO	0,1509	<80%	0,1516	<80%

$(R^2)_L$ = coeficiente de correlação linear, $(R^2)_P$ = coeficiente de correlação polinomial, NS_L = nível de significância para a correlação linear e NS_P = nível de significância para a correlação polinomial.

Os diagramas de Harker (Fig.11) não apresentam intervalos composicionais, o que é indicativo de processos de evolução magmática por cristalização fracionada ou AFC. Os valores dos níveis de significância associados aos coeficientes de correlação lineares e polinomiais são idênticos (Tab.8), o que é coerente com um processo evolutivo sem mudança de assembléia fracionada. Os níveis de significância lineares indicam dispersão para $\text{Fe}_2\text{O}_{3(t)}$ e MnO (níveis de significância menores que 80%), CaO e TiO_2 (níveis de significância entre 90% e 95%), correlações pouco coerentes (isto é, níveis de significância entre 95% e 99%) para Al_2O_3 e MgO e robustas (isto é, maiores que 99%) para Na_2O e K_2O (Tab.8).

O decréscimo nos teores de K_2O e Al_2O_3 com o progresso da diferenciação é coerente com o fracionamento de álcali-feldspato, o que é corroborado pela petrografia (Tab.1). O decréscimo nos teores de MgO pode ser atribuído ao fracionamento de uma fase máfica, o que é coerente com a ocorrência subordinada de fenocristais de biotita nos sienitos porfiríticos que ocorrem na área de estudo (Tab.1). O aumento dos teores de Na_2O , de um modo geral, também é coerente com a ocorrência muito subordinada (cerca de 2%; Tab.1) de plagioclásio na assembléia de fenocristais dos sienitos porfiríticos e, talvez ainda, com uma pequena quantidade da molécula da albita na sua composição.

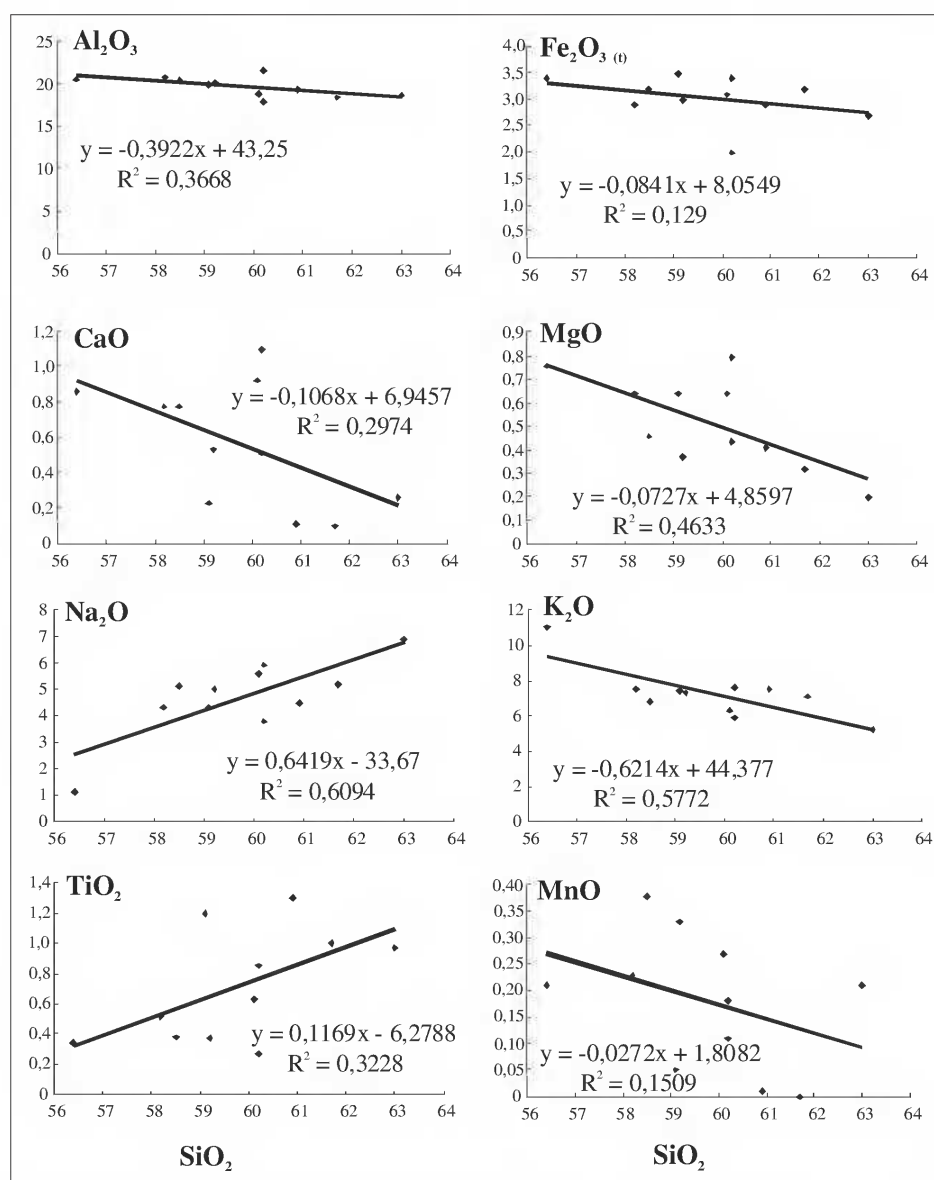


Fig. 11- Diagramas de Harker para elementos maiores com amostras da suíte sienítica saturada/supersaturada. As equações lineares e respectivos valores dos quadrados de coeficientes de correlação de Pearson (R^2) estão indicados nos diagramas.

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Sienitos de texturas variadas e traquitos porfiríticos são as rochas alcalinas mais comuns na área de lavra da Pedreira Vigné, na porção setentrional do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu. Estes sienitos e traquitos porfiríticos inserem-se numa série alcalina miaskítica predominantemente sódica, muito embora traquitos potássicos e ultrapotássicos também ocorram de modo muito subordinado. Estas rochas têm características metaluminosas e peraluminosas, o que é corroborado pela ausência de acmita na norma CIPW. Cristalização fracionada ou AFC sem mudança de assembléia fracionada foram os processos evolutivos mais prováveis associados às suítes sieníticas e traquíticas estudadas.

Estudos geoquímicos dos traquitos e sienitos do Complexo Vulcânico de Nova Iguaçu são raros. Os poucos modelos petrogenéticos para a área têm sido propostos, de um modo geral, com base, quase essencialmente, em dados de campo e petrográficos, e envolvem processos de mistura magmática a partir de câmaras zonadas (FERREIRA *et al.*, 1965; HELMBOLD, 1967, 1968; KLEIN, 1993). No entanto, com base nos dados geoquímicos apresentados neste trabalho, modelos deste tipo são improváveis, haja visto os padrões destituídos de hiatos composicionais, quando traquitos e sienitos são plotados em diagramas de Harker. Adicionalmente, tanto os traquitos quanto os sienitos na área constituem suítes predominantemente sódicas, o que contrasta com uma proposição de vulcanismo traquítico potássico alimentado por porções inferiores de uma câmara magmática zonada. De um modo geral, o presente estudo litogeoquímico torna improvável a existência de câmaras magmáticas subvulcânicas, onde magmas sieníticos alimentariam derrames traquíticos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de produtividade (nível 2) a Sérgio de Castro Valente; à Pedreira Vigné Ltda, pela concessão da bolsa de iniciação científica (FAPUR) a Michele Arena e pela permissão de acesso à sua área de lavra. Aos dois revisores anônimos cujas sugestões muito contribuíram para melhorar a versão original do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.F.M., 1991. O alinhamento magmático de Cabo Frio. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 2., 1991, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG. p.423-428.
- ASSUMPÇÃO, M.; SCHIMMEL, M.; ESCALANTE, C.; BARBOSA, J.; ROCHA, M. P. & BARROS, L., 2004. Intraplate seismicity in SE Brazil: stress concentration in lithospheric thin spots. **Geophysical Journal International**, **159**:390-399.
- CORDANI, U.G. & TEIXEIRA, W., 1979. Comentários sobre as determinações geocronológicas existentes para as regiões das folhas Rio de Janeiro, Vitória e Iguapé. **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, folhas Rio de Janeiro (SF.23), Vitória (SF.24) e Iguapé (SF.23)**, Brasília: MME/DNPM. p.175-207.
- DUTRA, T., 2004. **Mapeamento geológico e petrografia das rochas aflorantes na área de lavra da Pedreira Vigné e adjacências, Nova Iguaçu, RJ**. 55p. Monografia (Graduação em Geologia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- DUTRA, T.; SILVEIRA, L.S. & VALENTE, S.C., 2004. **Mapa geológico da área de lavra da Pedreira Vigné (1:1.000)**. Relatório interno, Projeto FAPUR/Pedreira Vigné (inédito). 1fl.
- FAINSTEIN, R. & SUMMERHAYES, C.P., 1982. Structure and origin of marginal banks off eastern Brazil. **Marine Geology**, **46**:199-215.
- FERREIRA, E.O.; ANGEIRAS, A.G. & ARAÚJO, G.G., 1965. Roteiro geológico ao maciço do Gericinó. **Avulso do DNPM/DFPM**, **38**:3-41.
- GIBSON, S.A.; THOMPSON, R.N.; WESKA, R.K.; DICKIN, A.P. & LEONARDOS, O.H., 1997. Late Cretaceous rift-related upwelling and melting of the Trindade starting mantle plume head beneath western Brazil. **Contributions to Mineralogy and Petrology**, **126**: 303-314.
- HAMILTON, D.L. & MACKENZIE, W.S., 1965. Phase equilibrium studies in the system NaAlSiO₄ (nepheline)-KAlSiO₄ (kalsilite)-SiO₂-H₂O. **Mineralogical Magazine**, **34**:214-231.
- HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A.C.; CAMPOS NETO, M.C.; SILVA, L.C.; TROUW, R.A.J. & JANASI, V.A., 2004. Província Mantiqueira. In: MANTESSO-NETO, V., BARTORELLI, A., CARNEIRO, C.D.R. & BRITO-NEVES, B.B. (Eds.) **Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida**. São Paulo: Editora Beca. p.203-234.

- HELMBOLD, R., 1967. Resumo da geologia do Estado da Guanabara. **Relatório da Comissão Especial do CNPq**, Brasília, **5**:31-34.
- HELMBOLD, R., 1968. Basic and alkaline intrusions in the State of Guanabara, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **40**(supl.):183-185.
- HERZ, N., 1977. Time of spreading in the South Atlantic, information from Brazilian alkalic rocks. **Geological Society of America Bulletin**, **88**:101-112.
- IRVINE, T.N. & BARAGAR, W.R.A., 1971. A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. **Canadian Journal of Earth Sciences**, **8**:523-547.
- KLEIN, V.C., 1993. **O Vulcão Alcalino de Nova Iguaçu (Estado do Rio de Janeiro): Controle Estrutural e Processo de Erupção**. 108p. Tese (Doutorado em Geologia) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- KLEIN, V.C. & MONTAVANO, J.L., 1985. Hackmanita das rochas alcalinas das Serras do Mendanha e de Madureira, Rio de Janeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **57**:169-173.
- KLEIN, V.C. & VALENÇA, J.G., 1984. Mecanismo de colocação de brechas fluidizadas na área de Cabuçu (complexo alcalino do Mendanha), Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG. p.4355-4361.
- KLEIN, V.C.; VALENÇA, J.G. & VIEIRA, A.C., 1984. Ignimbritos do vulcão de Nova Iguaçu e da "Chaminé do Lamego". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Rio de Janeiro, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBG. p.4346-4354.
- KLEIN, V.C. & VIEIRA, A.C., 1980. Vulcões no Rio de Janeiro: breve geologia e perspectivas. **Mineração e Metalurgia**, **419**:44-46.
- KLEIN, V.C. & VIEIRA, A.C., 1982. Tufos soldados da Chaminé Vulcânica do Rio Guandu do Sapé, Serra de Madureira, Rio de Janeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **53**(1):135-142.
- LEMAITRE, R.W., 1989. **A classification of igneous rocks and glossary of terms. (Recommendations of the International Union of Geological Sciences Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks)**. Oxford:Blackwell. 193p.
- MACKENZIE, W.S.; DONALDSON, C.H. & GUILFORD, C., 1982. **Atlas of igneous rocks and their textures**. New York:Wiley Publishers. 148p.
- MANIAR, P.D. & PICCOLI, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids. **Geological Society of America Bulletin**, **101**:635-643.
- MENEZES, S.O. & KLEIN, V.C., 1973. Ocorrências de barita em áreas adjacentes a maciços de rochas alcalinas no Estado do Rio de Janeiro. **Mineração e Metalurgia**, **345**:12-16.
- MIDDLEMOST, E.A.K., 1975. The basalt clan. **Earth Science Reviews**, **11**:337-364.
- MIDDLEMOST, E.A.K., 1985. **Magma and magmatic rocks. An introduction to igneous petrology**. London:Longman Group Limited. 289p.
- MIDDLEMOST, E.A.K., 1989. Iron oxidation ratios, norms and the classification of volcanic rocks. **Chemical Geology**, **77**:19-26.
- PIRES, F.R.M. & MIANO, S.C., 1999. Alteração hidrotermal no Maciço Alcalino do Gericinó-Mendanha, Serra do Marapicu, RJ. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 6., 1999, São Pedro. **Boletim de Resumos...** Rio de Janeiro: SBG. p.63.
- ROLLINSON, H., 1993. **Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation**. London: Longman. 352p.
- SIGOLO, J.B. & KLEIN, V.C., 1987. Classificação e gênese das concentrações bauxíticas no maciço alcalino do Mendanha, Rio de Janeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, **59**:25-35.
- SONOKI, I.K. & GARDA, G.M., 1988. Idades K-Ar de rochas alcalinas do Brasil Meridional e Paraguai Oriental: compilação e adaptação as novas constantes de decaimento. **Boletim IG-USP, Série Científica**, **19**:63-85.
- SPRENSSEN, H., 1974. **The alkaline rocks**. London: John Wiley & Sons. 622p.
- STRECKEISEN, A., 1976. To each plutonic rock, its proper name. **Earth Science Reviews**, **12**:1-33.
- THOMPSON, R.N.; GIBSON, S.A.; MITCHELL, J.G.; DICKIN, A.P.; LEONARDOS, O.H.; BROD, J.A. & GREENWOOD, J.C., 1998. Migrating Cretaceous-Eocene magmatism in the Serra do Mar Alkaline Province, SE Brazil: Melts from the deflected Trinitidade mantle plume? **Journal of Petrology**, **39**:1493-1526.
- TUTTLE, O.F. & BOWEN, N.L., 1958. Origin of granite in the light of experimental studies in the system NaAlSi₃O₈-KAlSi₃O₈-SiO₂-H₂O. **Geological Society of America Memoir**, **74**:1-153.
- ULBRICH, H.H.G.J. & GOMES, C.B., 1981. Alkaline rocks from continental Brazil. **Earth Science Reviews**, **17**:135-154.